PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 24. 15. September 1902. 3. Jahrgang.

Redaktionsschluss für Jahrgang IV. No. 1 am 24. September 1902.

INHALT.

Originalmitteilungen:

N. A. Hesehus, Die gemeinsame Dimensionalität des elektrischen Potentials und der Oberflächenspannung. S. 561.

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität St. Petersburg. Nr. 3: J. Borgmann, Das Leuchten eines verdünnten Gases in einer Röhre rings um zwei der Röhrenachse parallel gezogene und an einen Induktorpol angeschlossene Drähte. S. 565.

E. Grimsehl, Ein empfindliches Aluminiumblatt-Elektrometer. S. 569.

O. Behrendsen, Über die radioaktive, im Uranpecherz vorkommende „flüchtige Substanz". S. 572.

J. Elster u. H. Geitel, Über die Radioaktivität der im Erdboden enthaltenen Luft. S. 574.

K. Honda u. S. Shimizu, Wiedemannscher Effekt bei ferromagnetischen Substanzen. S. 577.

F. Giesel, Über Radiumbromid und sein Flammenspektrum. S. 578.

Referate:

Das Janus-System. S. 579.

Besprechungen:

J. W. Gibbs, Elementare Prinzipien der statistischen Mechanik, mit besonderer Rücksicht auf die rationelle Begründung der Thermodynamik entwickelt. S. 582.

A. Gleichen, Lehrbuch der geometrischen Optik. S. 584.

Personalien. S. 586.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1902/03. S. 586.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Die gemeinsame Dimensionalität des elektrischen Potentials und der Oberflächenspannung.

Von N. A. Hesehus.

§ 1. Allgemeines System der elektrischen und magnetischen Einheiten von Joubin.

Sämtliche elektrischen und magnetischen Grössen können, wie bekannt, im elektrostatischen Masssysteme durch vier Fundamentalgrössen ausgedrückt werden, nämlich durch die drei mechanischen Grundeinheiten — Länge, Masse, Zeit (L, M, T oder c, g, s) und die sogenannte Dielektrizitätskonstante, den Koeffizienten der dielektrischen Induktionsfähigkeit (k). Als Ausgangspunkt wählt man dabei das Gesetz von Coulomb (oder Cavendish) $F = \frac{1}{k} \cdot \frac{m m'}{r^2}$ (man könnte statt dessen auch $m = k u_1 = k u r$ schreiben, wo m die Elektrizitätsmenge, u das Potential bedeutet). Im elektromagnetischen Masssysteme hat man ausser den drei mechanischen Grundeinheiten, noch die magnetische Permeabilität, den Koeffizienten der magnetischen Induktionsfähigkeit (μ) einzuführen. (Derselbe findet sich nach dem Coulombschen Gesetze $F = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{\mathfrak{m}\,\mathfrak{m}'}{r^2}$ oder der Relation $\mathfrak{m} = \mu\,\mathfrak{R} = \mu\,\mathfrak{R}r$). Diese Abhängigkeit wird für einige der wichtigeren elektrischen und magnetischen Grössen durch folgende Dimensionsformeln wiedergegeben (Näheres über diesen Gegenstand bei W. Rücker, On the suppressed dimensions of physical quantities. Phil. Mag. S. 104, 1889 und J. Borgmann, Die Grundlagen der Lehre von den elektrischen und magnetischen Erscheinungen [russ.] II).

Tabelle I.

	Elektrostatisches Masssystem	Elektromagnetisches Masssystem
Elektrizitätsmenge m	$K^{1/2} L^{3/2} M^{1/2} T^{-1}$	$\mu^{-1/2} L^{1/2} M^{1/2}$
Stromstärke . . . i	$K^{1/2} L^{3/2} M^{1/2} T^{-2}$	$\mu^{-1/2} L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$
Magnetismusmenge . . . . . $\mathfrak{m}$	$K^{-1/2} L^{1/2} M^{1/2}$	$\mu^{1/2} L^{3/2} M^{1/2} T^{-1}$
Widerstand . . . R	$K^{-1} L^{-1} T$	$\mu L T^{-1}$
Elektromot. Kraft e (Potential) . . . . u	$K^{-1/2} L^{1/2} M^{1/2} T^{-1}$	$\mu^{1/2} L^{3/2} M^{1/2} T^{-2}$
Kapazität c	KL	$\mu^{-1} L^{-1} T^2$

Geht man von der Hypothese aus, dass „die elektrischen und magnetischen Grössen von derselben Art sein müssen, wie die mechanischen", so lässt sich, wie Joubin gezeigt hat (Journ. d. phys. **1898**, 398 und **1897**, 57), die Dimensionalität der Koeffizienten k und μ auf Grund einfacher Annahmen finden; man kann dann auch die elektrischen und magnetischen Grössen nur mit Hilfe von Länge, Masse und Zeit ausdrücken.

Führt man nämlich die Bedingung ein, dass die Exponenten von M und L in den Dimensionsformeln der elektrischen und magnetischen Grössen ganze Zahlen sein sollen, — wie dies für die mechanischen Grössen gilt — und wählt man von den verschiedenen Kombinationen, welche dieser Bedingung genügen, diejenige aus, bei welcher k und μ einen gewissen mechanischen Sinn erhalten, so findet man

$$[k] = [L M^{-1} T^2] \text{ und } [\mu] = [L^{-3} M].$$

Hier entspricht also k dem reziproken Werte des Elastizitätskoeffizienten $\left(\frac{1}{k} = L^{-1} M T^{-2} = L M T^{-2} : L^2\right.$ ist gleich der auf die Flächeneinheit wirkenden Kraft) und μ stellt eine gewisse Dichte dar (Masse der Volumeneinheit).

Setzt man die gefundenen Ausdrücke für k und μ in die Formeln der Tabelle I ein, so erhält man an Stelle der beiden Masssysteme, des elektrostatischen und elektromagnetischen, ein einziges, nämlich:

Ferner ist auffallend, dass sich für die Elektrizitätsmenge dieselbe Dimension ergiebt, wie für eine Oberfläche; man kann sich das folgendermassen erklären. Die auf einem Körper vorhandene Elektrizitätsmenge beurteilt man unter

Tabelle II.

Elektrizitätsmenge	m	L^2	Oberfläche.
Elektromotorische Kraft	e	$M\,T^{-2}$	Oberflächenspannung (Energie der Oberflächeneinheit).
(Potential)	mf		
Kapazität	c	$L^2\,M^{-1}\,T^2$	
Intensität des elektrischen Feldes	H	$L^{-1}\,M\,T^{-2}$	Druck oder Energie der Volumeneinheit.
Stromstärke	i	$L^2\,T^{-1}$	
Stromdichte	$\left(\frac{i}{s}\right)$	T^{-1}	Winkelgeschwindigkeit.
Widerstand	K	$L^{-2}\,M\,T^{-1}$	
Spezifischer Widerstand	$\varsigma = \frac{Ks}{l}$	$L^{-1}\,M\,T^{-1}$	
Magnetismusmenge	$\mathfrak{m}$	$M\,T^{-1}$	
Intensität des magnetischen Feldes	$\mathfrak{H}$	$L\,T^{-1}$	Lineare Geschwindigkeit.
Magnetisches Potential	$\mathfrak{N}$	$L^2\,T^{-1}$	Energie der Einheit der Magnetismusmenge.

In vorstehender Tabelle fällt zunächst der Umstand auf, dass in den Dimensionsformeln für die elektrostatischen Grundeinheiten die Zeit in der Potenz —2 vorkommt, während bei den elektromagnetischen Grössen T den Exponenten —1 hat. Erstere hängen danach gewissermassen von der Beschleunigung ab, letztere von der Geschwindigkeit. Die Intensität des elektrischen Feldes stellt nach unserer Tabelle einen Druck dar, diejenige des magnetischen Feldes eine Geschwindigkeit der Wirbelbewegung des elektrischen Stromes, dessen Dichte einer Winkelgeschwindigkeit entspricht.

Es liessen sich aus den erwähnten Formeln noch viele andere interessante Schlüsse ziehen; vergisst man dabei auch nicht, dass sie nur bedingungsweise erhalten wurden, so muss man ihnen doch den Vorzug vor anderen komplizierten oder völlig willkürlichen geben (wie denen mit den Koeffizienten $k = 1$ und $\mu = 1$).

Aus den Joubinschen Dimensionsformeln für k und μ erhält man direkt die bekannte Maxwellsche Relation $\sqrt{k\,\mu} = \frac{1}{v}$. Diese Gleichung ergiebt $v = \sqrt{(1:k):\mu}$, ein Analogon zum Newtonschen Ausdruck für die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Schwingungsbewegung ($v = \sqrt{e:d}$). Hieraus sieht man, dass die Dimension von $\frac{1}{k}$ einer Elastizität (e), diejenige von μ— einer Dichte (d) entspricht. (Dieselbe Beziehung erhält man auch direkt aus Tabelle I, wenn man beliebige Formeln, welche derselben elektrischen oder magnetischen Grösse entsprechen, einander gleichsetzt. Wählt man z. B. die Formeln für die Kapazität (c), so ist $kL = \mu^{-1}\,L^{-1}\,T^2$, also $[k\,\mu] = L^{-2}\,T^2 = [1:v^2]$. Dasselbe erhielte man auch aus anderen entsprechenden Formeln.)

anderem nach dem Potential, welches von dem Körper im umgebenden Medium in der Einheit der Entfernung hervorgerufen wird. Ist ein massiver oder hohler Körper gegeben, so nimmt man die Elektrizitätsmengen auf ihnen als gleich an, sobald nur ihre Oberflächen einander gleich sind und beide Körper auf dasselbe Potential geladen sind, denn ein Elektroskop zeigt in beiden Fällen die gleiche Ablenkung an, entsprechend dem Umstande, dass zwei Körper von gleicher Oberfläche und Temperatur in der gleichen Entfernung dieselbe Temperatur erzeugen.

Sobald man jedoch anstatt einer elektrisierten Kugel in gleichem Abstande vom Knopfe des Elektroskops zwei gleiche Kugeln aufstellt, so zeigt das Elektroskop das doppelte Potential an, entsprechend der doppelten Ladung. — Bringt man den gegebenen elektrisierten Körper aus der Luft in ein anderes Medium, so ändert sich das Potential in der Einheit der Entfernung; da man aber annimmt, die Elektrizitätsmenge auf dem Körper sei die frühere geblieben, so hat man jenes Potential mit einem gewissen Faktor k (der Dielektrizitätskonstanten) zu multiplizieren, um die Relation $\mathfrak{m} = k\,u_1$ anschreiben zu können. Die andere Methode zum Nachweise und Messung der Elektrisierung mittels eines Probescheibchens giebt im Grunde nichts anderes als das Resultat, dass ausserhalb des Körpers ein elektrisches Feld existiert und dass im Innern des Körpers das Potential in allen Punkten das gleiche ist. Man kommt also durch diese Versuche nur zu einem Schlusse über die Elektrizitätsverteilung auf der äusseren Oberfläche eines Körpers. Dasselbe würde man beispielsweise hinsichtlich der Wärmeverteilung erreichen, falls man nur mit einem Differentialthermometer experimentieren wollte (Näheres über die Analogie zwischen den elektrischen und kalorischen

Erscheinungen bietet mein entsprechender Artikel im Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. für 1897). So führen also die Methoden, nach welchen wir die elektrischen Erscheinungen untersuchen, zu Schlüssen über die oberflächliche Verteilung der Elektrizität. Demgemäss ist das Resultat, nach welchem die Elektrizitätsmenge von der gleichen Dimension ist, wie die Fläche (L^2), von gewisser Bedeutung. Hieraus folgt auch, dass die elektrische Dichte (δ) ein einfacher numerischer Koeffizient ist.

Noch mehr Aufmerksamkeit verdient die Dimensionalität des Potentials und der elektromotorischen Kraft. Aus Tabelle II geht hervor, dass das Potential von derselben Dimension ist, wie die Energie der Oberflächeneinheit oder die Oberflächenspannung. Hieraus erhält man die Dimensionalität für die Energie der Gesamtoberfläche eines elektrisierten Körpers, wenn man die Energie der Flächeneinheit mit der Grösse dieser Oberfläche oder das Potential mit der Elektrizitätsmenge multipliziert $\left(\frac{m u}{2}\right)$. Hierbei überrascht neben der Bedeutung, welche das vorliegende Masssystem in mnemonischer Hinsicht hat, das Zusammenfallen des erhaltenen Resultates mit demjenigen der direkten Versuche und einiger theoretischen Schlüsse, wie sie in meinem Artikel: Über den Zusammenhang zwischen Berührungselektrizität und Oberflächenspannung (Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. S. 126, 1899; diese Ztschr. **2**, 750, 1901) angeführt sind. Hier haben wir gesehen, dass elektromotorische Kraft und Oberflächenspannung von derselben Dimension sind; im citierten Artikel habe ich gezeigt, dass man unter der Annahme, die Ursache für die Elektrisierung liege in einer Störung des Gleichgewichts zwischen Körper und umgebenden Medium, zum Schlusse gelangen könne, zwischen der elektrischen Differenz und der Oberflächenspannung der sich berührenden Körper sei ein gewisser Zusammenhang vorhanden. Dieser vermutete Zusammenhang wird durch zahlreiche Versuchsdaten gestützt; bei der gegenseitigen Berührung zweier Körper wird derjenige von ihnen elektropositiv, dessen Oberflächenspannung die grössere ist, welcher Satz in gleicher Weise für flüssige, wie für feste Körper gilt. Es sei hier nur als Beispiel poliertes und mattes Glas erwähnt. — Auf den Zusammenhang zwischen der Oberflächenspannung und Elektrisierung weisen auch die bekannten Lippmannschen Versuche (Journ. de phys. 1874) über elektrokapillare Erscheinungen und die Untersuchungen von Smith (cf. Beibl. S. 496, 1899) über die elektrokapillaren Erscheinungen in Abhängigkeit von der Potentialdifferenz bei Lösungen hin. Alles dies zusammengenommen erhöht die Bedeutung des neuen gemeinsamen Systems der elektrischen Einheiten und verleiht ihm einen gewissen Wahrscheinlichkeitsgrad.

§ 2. Schrebers kritische Bemerkungen zum Joubinschen System.

Ungeachtet dieses Wahrscheinlichkeitsgrades, welchen das Joubinsche System besitzt, kommt Schreber (Wied. Ann. **68**, 606, 1899) zu dem Schlusse, dass man auf die Frage, ob die Einheiten für die magnetischen und elektrischen Grössen durch Masse, Länge und Zeit ausdrückbar seien, nur mit einem — Nein — antworten könne.

Verweilen wir daher bei der Beweisführung von Schreber und sehen wir zu, ob diese Frage wirklich durchaus zu verneinen ist.

Die elektrischen Grössen gehen thatsächlich auf die drei erwähnten Fundamentalgrössen der Mechanik zurück, insofern die elektrischen und magnetischen Wechselwirkungen mittels der Wage bestimmt werden können. Auf diese Weise erhält man vier Ausdrücke für die Kraft der elektrischen und magnetischen Wechselwirkungen:

1. $F = \alpha \frac{\mathfrak{m}\,\mathfrak{m}'}{r^2}$ (Coulombsches Gesetz der Wechselwirkung von Magnetpolen),
2. $F = \beta \frac{m m'}{r^2}$ (Coulombsches Gesetz der Wechselwirkung von elektrischen Polen),
3. $F = \gamma \frac{i i' \lambda \lambda'}{r^2} = \gamma \frac{m m' \lambda \lambda'}{t^2 r^2}$, da nach der Definition die Stromstärke $i = \frac{m}{t}$ ist. (Ampèresches Gesetz der Wechselwirkung zweier Stromelemente),
4. $F = \delta \frac{\mathfrak{m}\, i \lambda}{r^2}$ (Gesetz von Biot und Savart oder von Laplace).

Hieraus ergiebt sich

$$[\beta] = [\gamma v^2] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(a)}$$

und

$$[\alpha \gamma] = [\delta^2] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(b)}$$

Zur Bestimmung der vier Koeffizienten α, β, γ und δ sind somit im ganzen zwei Gleichungen (a) und (b) vorhanden.

Da uns in der Elektrizitätslehre keine weiteren Gleichungen für unsern Zweck dargeboten werden, so hat man zur Lösung der Frage notwendigerweise zu zwei willkürlichen Relationen seine Zuflucht zu nehmen. Man kann sich bei dieser Auswahl nur durch die Forderung leiten lassen, die gewählten Beziehungen mögen nach Möglichkeit zweckentsprechend sein.

§ 3. Verschiedene Umstände, welche zu Gunsten der Zurückführung der elektrischen und magnetischen Einheiten auf die drei mechanischen Grundeinheiten sprechen.

Sehen wir nunmehr zu, ob die vorliegende Frage in der That so durchaus abzulehnen ist, wie Schreber meint, oder ob es nicht doch möglich ist, auf Grund der theoretischen und praktischen Ergebnisse, zu denen die Wissenschaft heutigentags gelangt ist, eine Lösung derselben zu finden.

1. Untersuchen wir zunächst, zu welchen Resultaten der bekannte Maxwellsche Ausdruck $k\,\mu = \frac{1}{v^2}$ führt, den man jedenfalls in Betracht zu ziehen hat, welchen Sinn man ihm auch immer beilegen mag. Man kann ihn auch, wenigstens im Hinblick auf die Dielektrizitätskonstante k, als durchs Experiment genügend sichergestellt betrachten.

Zieht man ihn aber heran, so findet man noch eine weitere Beziehung zwischen den gesuchten Koeffizienten, nämlich zwischen $\alpha = \frac{1}{\mu}$ und $\beta = \frac{1}{k}$. Zu den beiden Gleichungen

(a) $$\beta = \gamma\, v^2 \text{ oder } k\,\gamma = \frac{1}{v^2}$$

und

(b) $$\alpha\,\gamma = \delta^2 \text{ oder } \frac{\gamma}{\mu} = \delta^2$$

tritt dann noch die dritte Gleichung

(c) $$k\,\mu = \frac{1}{v^2}$$

hinzu. Aus ihnen findet man $\mu = \gamma$ und $\delta = 1$. Ferner kann man auf die Dimensionalität von k und μ einen Schluss ziehen oder eine Vermutung darüber aussprechen auf Grund des Umstandes, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit v der elektromagnetischen Störungen ebenso, wie diejenige anderer Störungen mit der Elastizität (e) und der Dichte (d) des Mediums im Zusammenhang stehen muss, dass nämlich $v = \sqrt{e:d}$ ist. Dementsprechend kann auch der Maxwellsche Ausdruck in der Form $v = \sqrt{1:k\,\mu} = \sqrt{(1:k):\mu}$ oder $v = \sqrt{(1:\mu):k}$ dargestellt werden.

Welchen dieser beiden Ausdrücke hat man nun aber zu wählen, soll man die Dimension von $\frac{1}{k}$ der Elastizität entsprechen lassen, diejenige von μ der Dichte oder umgekehrt? — Auf diese Frage kann eine einfache Probe und eine Vergleichung der erhaltenen Resultate Antwort geben. Freilich ist dies kein direkter Weg, wie die einfache Auflösung der Gleichungen und wie ihn Schreber wünscht, er ist jedoch keineswegs willkürlich.

2. Der Weg, welchen Joubin einschlug, ist, wie wir wissen, dem eben bezeichneten entgegengesetzt. (cf. Logde, Modern views etc.) Joubin ging, wie auch andere, direkt von der Annahme aus, es sei $\delta = 1$ zu setzen und erhielt demgemäss den Maxwellschen Ausdruck $k\mu = \frac{1}{v^2}$ als Folge. Seine Grundannahme ist, wie erwähnt die, dass die elektrischen und magnetischen Grössen von derselben Art sein müssen, wie die mechanischen und sich daher durch ganzzahlige Potenzen von L, M und T ausdrücken lassen müssen.

Durch Aufsuchung der einfachsten Bedingungen, welche seiner Forderung genügen, gelangte er zu seinem Masssystem (Tabelle II).

Es fragt sich jetzt, inwieweit begründet die allbekannten elektrostatischen und elektromagnetischen Masssysteme mit zwei unbestimmten Koeffizienten k und μ (oder β und α) sind, wobei $\delta = 1$ und $\gamma = \mu$ gesetzt sind. Dass der Koeffizient δ in der Formel von Laplace für die Wechselwirkung zwischen einem Magnetpol und einem Stromelement vom Medium und den in ihm enthaltenen Körpern unabhängig und immer derselbe ist, wie in der Luft, wird u. a. direkt von Vaschy (Traité d'electricité et de magnetisme, **1**, 514, 1890) bewiesen. Auch durch das Experiment wird die Unabhängigkeit des Koeffizienten δ von den Eigenschaften des Mediums bestätigt. Man sieht somit, dass die Annahme, δ sei eine Konstante, keineswegs willkürlich ist. Ist dem aber so, dann darf man auch die Joubinsche Zurückführung der elektrischen oder magnetischen Grössen auf mechanische nicht als unbegründet gelten lassen.

Vaschy (loc. cit. S. 330) hat auch gezeigt, dass, wenn man mit Ampère annimmt, die Kraft der gegenseitigen Einwirkung der Stromelemente ds und ds' wirke in ihrer Verbindungsgeraden, man aus den Grundgesetzen des Elektromagnetismus auch einen Ausdruck für diese Kraft ableiten könne, nämlich $d^2F = \frac{ii'\,ds\,ds'}{k'\,r}(2\cos\varepsilon - 3\cos\Theta\cos\Theta')$. Ampère gelangte durch andere Überlegungen zu der Formel $d^2F = k'''\frac{ii'\,ds\,ds'}{r^2}\left(\cos\varepsilon - \frac{3}{2}\cos\Theta\cos\Theta'\right)$. Durch Vergleichung dieser beiden Ausdrücke findet man $k''' = \frac{2}{k'}$ oder $k'\,k''' = 2$ und da $k' = \frac{1}{\mu}$ ist $-k''' = \gamma$. Es ist also $\frac{\gamma}{\mu}$ eine Konstante.

Es müssen folglich γ und μ von derselben Dimension sein, was die vorhin erhaltene Gleichheit $[\gamma] = [\mu]$ für $\delta = 1$ bestätigt. (Von dem Zusammenhange zwischen den Koeffizienten der elektrodynamischen und elektromagnetischen Gleichungen handelt auch P. Duhem, Leçons sur l'électricité et le magnétisme **3**, 433, 1892).

3. Man kann endlich zu demselben allgemeinen elektrischen und magnetischen Masssysteme noch auf einem anderen Wege gelangen.

Dieser dritte Weg eröffnet sich uns, wenn man von der offenbaren Thatsache ausgeht, dass das elektrostatische und elektromagnetische Masssystem in eines verschmelzen müssen, wenn man annimmt, die Koeffizienten k und μ seien ausgedrückt durch dieselben beliebigen Grundeinheiten.

Setzt man also die Ausdrücke für irgend eine elektrische oder magnetische Grösse einander gleich, so erhält man einen Zusammenhang zwischen k und μ. Wählt man z. B. hierfür die Ausdrücke für die Kapazität c aus Tabelle I, so erhält man die Gleichung

$$k\,L = \mu^{-1}\,L^{-1}\,T^2$$

und aus dieser

$$k\,\mu = L^{-2}\,T^2 = \left(\frac{1}{v^2}\right)$$

d. h. die Dimension des Produkts $k\,\mu$ wird hiernach gleich der Dimension des reziproken Geschwindigkeitsquadrats $\left(\frac{1}{v^2}\right)$. Zu demselben Resultate würde man bei Wahl jeder anderen Grösse gelangt sein. Man erhält also den Maxwellschen Ausdruck $k\,\mu = \frac{1}{v^2}$ als unmittelbare Folge der von uns gemachten dritten Annahme. Um zu unserem Endziel zu gelangen, haben wir uns nur noch dafür zu entscheiden, welche von den Grössen $\frac{1}{k}$ und μ oder $\frac{1}{\mu}$ und k wir der Elastizität und Dichte in der Formel

$$v = \sqrt{e:d} = \sqrt{1:k\mu} = \sqrt{(1:k):\mu} = \sqrt{(1:\mu):k}$$

entsprechen lassen wollen. Wir wissen bereits, dass die Zusammenstellung der Resultate uns veranlasst, die erste Annahme gelten zu lassen, dass also $\left[\frac{1}{k}\right] = [e] = [LMT^{-2}:L^2] = [L^{-1}MT^{-2}]$ ist und $[\mu] = [ML^{-3}]$. Als besondere Stütze für diese Auswahl dient, wie mir scheint, der von mir gefundene Zusammenhang zwischen der Elektrisierung (Potentialdifferenz) sich berührender Körper und ihrer Oberflächenspannung[1]), da im gemeinsamen Masssystem der elektrischen und magnetischen Grössen (Tabelle II) das Potential (also auch die Potentialdifferenz) die Dimension der Oberflächenspannung ($MT^{-2} = LMT^{-2}:L$) oder der Energie der Oberflächeneinheit ($MT^{-2} = L^2MT^{-2}:L^2$) besitzt.

Von unserem Standpunkte aus betrachtet, auf welchen seinerzeit Buys-Ballot hingewiesen hat und welcher unlängst von Majorana (Arch. des sc. phys. 1899 August) gestützt worden ist, muss sogar die Elektrisierung durch eine Differenz der Oberflächenenergie der sich berührenden Körper bedingt sein, weil sonst, wenn die Energie der Flächeneinheit für jeden von ihnen die gleiche wäre, es keinen Grund für den Ausgleich des Zustandes der sich berührenden Körper gäbe; es wäre dann auch kein Grund dafür vorhanden, weshalb der frühere Zustand, welcher einem Gleichgewicht gegenüber dem umgebenden Medium entspricht, gestört werden sollte, — also würde dann auch eine Elektrisierung nicht auftreten.

(Nach den „Iswestija" des St. Petersburger Technolog. Instituts unter Vornahme vom Autor gewünschter Kürzungen übersetzt von H. Pflaum.)

(Eingegangen 22. Juli 1902.)

1) Vergl. diese Zeitschrift **2**, 750, 1901.

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität St. Petersburg (Direktor: J. Borgmann.)

No. 3[1]): **J. Borgmann. Das Leuchten eines verdünnten Gases in einer Röhre rings um zwei der Röhrenachse parallel gezogene und an einen Induktorpol angeschlossene Drähte.**

In vorliegender Mitteilung beabsichtige ich, eine Beschreibung zu geben von äusserst schönen Lichterscheinungen derselben Art, wie die von mir in dieser Zeitschrift[2]) schon beschriebenen. Diese Lichterscheinungen treten in Röhren auf, in welchen parallel der Achse zwei dünne Drähte eingeschmolzen sind, wenn beide Drähte an einen Induktorpol angeschlossen sind, oder wenn nur einer der Drähte an den Induktorpol angeschlossen ist, der andere Draht hingegen mit einer Kapazität verbunden ist. Meine Beobachtungen, bei deren Ausführung mir Herr A. P. Afanassieff in liebenswürdigster Weise behilflich war, wurden an einer Röhre von 75 cm Länge und 4,6 cm Durchmesser angestellt. Die Distanz zwischen den in die Röhre eingeschmolzenen Platindrähten war nur ein wenig kleiner als der Röhrenradius. Auf der äusseren (vom Beobachter abgewandten) Röhrenwandung war parallel den Drähten und ungefähr zwischen denselben ein enger Stanniolstreifen aufgeklebt. In dieser Röhre, ebenso wie in einer Röhre mit nur einem Draht, sind die auftretenden Lichterscheinungen auffallend verschieden, je nachdem die Evakuierung eine mässige ist und die Spannung einige Millimeter beträgt, oder die Verdünnung so weit getrieben ist, dass die Gasspannung nur sehr kleine Bruchteile eines Millimeters beträgt.

I. Die Gasspannung in der Röhre beträgt einige (4—6) Millimeter. Den Induktorpolen ist eine Funkenstrecke parallel geschaltet.

a) Beide Drähte sind an den positiven Induktorpol angeschlossen. Wenn der Stanniolstreifen nicht geerdet ist, so erscheinen auf beiden Drähten unbewegliche (bei gleich-

1) No. 2. Siehe **3**, 433, 1902.
2) Diese Z. **2**, 659, 1901, **3**, 433, 1902.

mässigem Funktionieren des Unterbrechers) violettleuchtende Linsenteile, welche von den Drähten ausgehend zu den gegenüberliegenden Teilen der Glaswandung führen; die Linsenteile sind ziemlich regelmässig längs der Drähte verteilt, dabei liegen aber die einem Draht angehörenden Linsenteile nicht denen des anderen Drahtes gegenüber, sondern sind gegen dieselben verschoben. Der Raum zwischen den Drähten bleibt dunkel. Fig. 1 ist eine Auto-

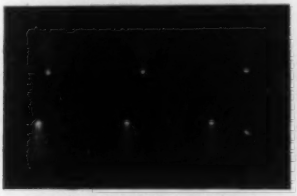

Fig. 1.

typie nach einer photographischen Aufnahme eines Teiles dieser Erscheinung. Wenn der Stanniolstreifen geerdet wird, verwandeln sich diese Linsenteile in helle violettleuchtende konische Lichtbündel, die von den Drähten ausgehend einerseits zum Stanniolstreifen, andererseits zur gegenüberliegenden Glaswandung gerichtet sind. Ein kräftiges Magnetfeld, dessen Kraftlinien senkrecht zur Röhrenachse stehen, bewirkt ein Neigen der Linsenteile auf beiden Drähten nach derselben Seite hin, ebenso wie man es in einer Röhre mit nur einem Draht beobachten kann. [1])

b) Beide Drähte sind an den negativen Induktorpol angeschlossen. Bei nicht geerdetem Stanniolstreifen erscheint der Raum zwischen jedem seiner ganzen Länge nach leuchtenden Draht und den ihm nächsten Teilen der Glaswandung von einem schwach leuchtenden Nebel erfüllt; der Raum zwischen den Drähten bleibt dabei vollständig dunkel (Fig. 2). Bei geerdetem Stanniolstreifen verwandelt sich das nebelartige Leuchten zwischen jedem Draht und den nächstliegenden Teilen der Glaswandung in eine hellleuchtende Fläche zwischen jedem Draht und dem Stanniolstreifen. Es bilden sich also in diesem Falle in der Röhre zwei leuchtende Flächen, die unter einem Winkel zusammentreffen.

c) Der eine (obere) Draht ist mit dem positiven Induktorpol verbunden; an den unteren Draht ist ein Stück dünnen Drahtes (Länge circa 1 m) angeschlossen, das frei herunterhängt. Der Stanniolstreifen ist nicht geerdet. Auf dem oberen Drahte bilden sich leuchtende Linsen, die aber auf diesem Drahte nicht centrisch stehen, sondern in der Richtung des unteren Drahtes stärker entwickelt sind. Diese Linsen schneiden den unteren Draht und erreichen selbst die untere Glaswandung. Dort, wo die Linsen den unteren Draht schneiden, bemerkt man ein helleres Leuchten der letzteren. Der untere Draht gleicht dabei einem leuchtenden dicken Faden mit gleichmässig verteilten dunkleren Einschnürungen. Fig. 3 ist ein Teil einer photographischen Aufnahme der beschriebenen Erscheinung (Exposition 2 Minuten). Auf der Figur sieht man den Stanniolstreifen, in welchem sich die Erscheinungen spiegelten. Die helleren Teile des Streifens sind nur Spiegelbilder der Lichtlinsen.

Ein Magnetfeld, dessen Kraftlinien senkrecht zur Röhrenachse stehen, bewirkt ein Neigen der Linsen. Fig. 4 giebt einen Teil einer photographischen Aufnahme der Erscheinung wieder. Der Elektromagnet stand unter der Röhre; die Kraftlinien sind vom Beobachter ab gerichtet.

Wenn man den in der Luft frei hängenden Draht mit einer Platte eines Kohlrauschschen Kondensators verbindet, dessen andere Platte geerdet ist, so bemerkt man ein Aufleuchten der zwischen den Drähten befindlichen Linsenteile. Wenn die Kapazität das Kondensators wächst, also dessen Platten einander genähert werden, deformieren sich allmählich die auf dem oberen Draht verteilten Linsen und gehen in die Form von Büscheln über, welche vom oberen Draht zum unteren verlaufen. Wenn die an den unteren Draht angeschlossene Kapazität kleiner gemacht, der angehängte Draht also verkürzt wird, so werden die auf dem oberen Draht verteilten Linsen immer symmetrischer in Bezug

1) Diese Z. 3, 435, 1902.

Fig. 2.

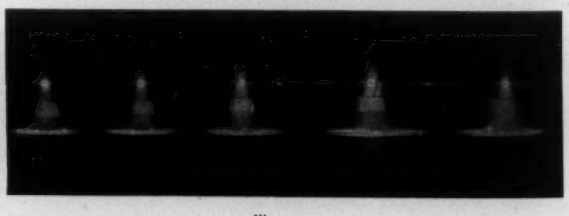

Fig. 3.

Fig. 4.

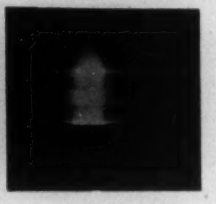

Fig. 5.

auf diesen Draht als Achse; bei sehr kurzem angehängtem Drahtende verwandeln sie sich in vollständig regelmässige Linsen, wobei ihre Centra auf den Draht selbst zu liegen kommen.

d) Der eine (obere) Draht ist mit dem negativen Induktorpol verbunden, an den unteren Draht ist ein dünnes frei herunterhängendes Drahtende angeschlossen. Der Stanniolstreifen ist nicht geerdet. Der obere Draht ist von einer leuchtenden Hülle umgeben; zwischen beiden Drähten breitet sich ein schwaches flächenförmiges Leuchten aus; ausserdem entströmt einem Punkt des oberen Drahtes ein heller rötlichviolett leuchtender Büschel, der zum unteren Drahte hin gerichtet ist. Dieser Büschel bildet sich immer an derselben Stelle des Drahtes. Wenn man diesem Teil der Röhre einen Leiter, oder auch einfach den Finger nähert, so springt der Büschel auf eine andere Stelle über, gewöhnlich zum anderen Ende der Röhre hin, und bleibt dort so lange, bis man dieser Stelle nicht den Finger nähert — dann kehrt der Büschel an seine alte Stelle zurück. Wenn man den Stellen der beiden Büschellagen Finger nähert, so bildet sich der Büschel an einem neuen, aber ganz bestimmten Ort zwischen den beiden Fingern. Fig. 5 giebt die Abbildung eines derartigen Büschels (Exposition 4 Min. 30 Sek.). Auf der Glaswandung um den leuchtenden Büschel herum bildet sich ein gelblichgrüner Phosphoreszenzring.

Wenn man die an den unteren Draht angeschlossene Kapazität vergrössert, so wird der Büschel heller, aber weniger empfindlich in Bezug auf Annäherung eines Leiters, d. h. um den Büschel überspringen zu lassen, muss man den Leiter (Finger) näher an die Röhre heranbringen.

e) Sehr interessant sind die Änderungen der Lichterscheinungen um beide Drähte, wenn man diese Drähte an einen Induktorpol vermittelst schwachleitender Flüssigkeitssäulen anschliesst und die Länge dieser Säulen Änderungen unterwirft. Zu diesem Zwecke benutzte ich die in dieser Zeitschrift[1]) schon beschriebene, in einen langen Paraffinblock eingeschnittene Rinne, die ich mit einer schwachleitenden Flüssigkeit füllte. Die Drähte in der Röhre waren jeder mit einer der beiden Endelektroden der Rinne verbunden; die mittlere längs der Rinne bewegliche Elektrode war an den Induktorpol angeschlossen. Beobachtungen zeigten, dass bei Bewegung der Mittelelektrode Änderungen in den Lichterscheinungen um beide Drähte nur dann eintreten, wenn die Rinne mit einer sehr schwachleitenden Flüssigkeit gefüllt ist. Die besten Resultate erhielt ich mit einer Flüssigkeit, welche man als „vierte homoeopathische Teilung" der bestleitenden Schwefelsäurelösung (Lösung, welche 30,4 Proz. Schwefelsäure enthält) bezeichnen kann, also mit destilliertem Wasser, welchem 0,003 Proz. Schwefelsäure hinzugefügt war. Wenn diese Flüssigkeit die Rinne füllt, bemerkt man, beim Verschieben der mit dem Induktorpol verbundenen Mittelelektrode von der Mitte der Rinne zum einen oder anderen Ende hin, fortwährende Änderungen im Leuchten um beide Drähte.

Wenn die bewegliche Elektrode in der Mitte steht, ist das Leuchten um beide Drähte vollständig gleich. Wenn diese Elektrode bis an ein Ende der Rinne verschoben ist, so gleicht das Leuchten um den an die betreffende Endelektrode angeschlossenen Draht dem Leuchten, welches um diesen Draht erscheint, wenn der andere Draht mit einer Kapazität verbunden ist. Fig. 6 ist eine Autotypie nach einem kleinen

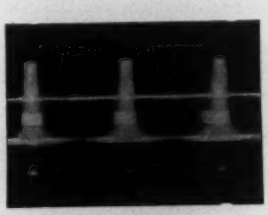

Fig. 6.

Teil einer photographischen Aufnahme der Erscheinung, wobei die mit dem positiven Induktorpol verbundene Mittelelektrode einem Ende der Rinne genähert war (Exposition 3 Minuten).

1) Diese Z. **2**, 651, 1901.

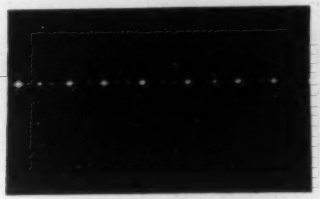

Fig. 7.

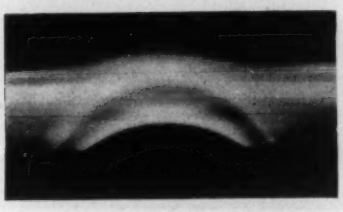

Fig. 8.

Fig. 7 giebt einen Teil der photographischen Aufnahme (Exposition 5 Minuten) der Erscheinung wieder, welche bei den angegebenen Versuchsbedingungen, aber ohne parallel dem Induktor geschaltete Funkenstrecke entsteht. In diesem Falle ändert sich die Erscheinung nicht im mindesten bei Änderung der Richtung des Primärstromes im Induktor. Interessant ist die ziemlich regelmässige Verteilung längs des Drahtes von grösseren hellen Sternen, zwischen denen kleinere, schwächer leuchtende Sternchen wie Lichtpunkte erscheinen.

II. Die Gasspannung in der Röhre beträgt kleine Bruchteile eines Millimeters. Den Induktorpolen ist eine Funkenstrecke parallel geschaltet.

Der Stanniolstreifen ist nicht geerdet.

a) Die beiden Drähte in der Röhre sind an den positiven Induktorpol angeschlossen. Beide Drähte sind von nebelartigen violettleuchtenden cylindrischen Hüllen umgeben. Das Innere der Röhre ist von einem schwachen Gasleuchten erfüllt.

b) Die beiden Drähte in der Röhre sind an den negativen Induktorpol angeschlossen. Die ganze Oberfläche der Röhre leuchtet in Phosphoreszenzlicht. Auf der leuchtenden Glaswandung bemerkt man dabei ziemlich regelmässig verteilte dunklere Stellen, welche das Aussehen breiter dunkler Ringe haben, und ausserdem zwei dunklere den Drähten parallele Streifen, einen über den Drähten, den anderen unter denselben (Schirmwirkung einer Kathode auf die von der anderen ausgesandten Kathodenstrahlen). Im Inneren der Röhre ziehen sich zwischen den Drähten längs der vorderen und hinteren Glaswandung parallel dem Stanniolstreifen schwach violettleuchtende Büschel, deren Enden in den Enden der Röhre zusammenstossen.

Der Stanniolstreifen ist geerdet.

a') Beide Drähte sind an den positiven Induktorpol angeschlossen.

Die Drähte sind von violettleuchtenden cylindrischen Hüllen umgeben. Die vordere Röhrenwandung strahlt hell in Phosphoreszenzlicht, zwei dunklere breite Streifen ziehen sich längs der Wandung parallel den Drähten (Schirmwirkung der Drähte auf die Kathodenstrahlen, welche von dem Teil der Glaswandung ausgesandt werden, auf welchem der Stanniolstreifen aufgeklebt ist).

b') Beide Drähte sind an den negativen Induktorpol angeschlossen. Die Lichterscheinungen sind dieselben wie in b), nur die dunklen Ringe kommen nicht zum Vorschein.

c') Der eine Draht ist mit einem Induktorpol verbunden, an den anderen ist eine Kapazität angeschlossen. Dieser andere Draht hat in diesem Falle die Bedeutung einer dem ersten Draht entgegengesetzt geladenen Elektrode.

Zum Schlusse bringe ich Autotypien nach einigen photographischen Aufnahmen der Lichterscheinungen, wenn beide Drähte an einen Induktorpol angeschlossen sind, und wenn die Röhre über den Schenkeln eines Plückerschen Elektromagnets so gelagert ist, dass ihre Achse parallel der Feldachse des Elektromagnets liegt; der Stanniolstreifen war dabei geerdet.

Fig. 8 — ohne Funkenstrecke zwischen den Induktorpolen. Die Erscheinungen sind vollständig gleich bei beiden Richtungen des Primärstromes im Induktor.

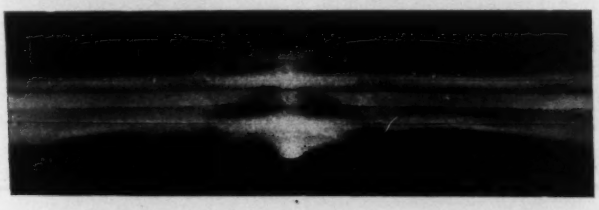

Fig. 9.

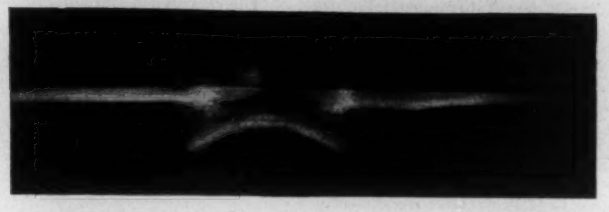

Fig. 10.

Fig. 9 — mit Funkenstrecke zwischen den Induktorpolen, beide Drähte an den positiven Induktorpol angeschlossen.

Fig. 10 — beide Drähte an den negativen Induktorpol angeschlossen.

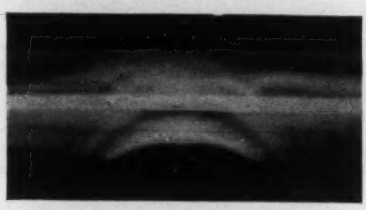

Fig. 11.

Fig. 11 — beide Drähte an den negativen Pol angeschlossen, Funkenstrecke sehr kurz. Bei diesen Bedingungen zeichnet sich der Verlauf der Kraftlinien im Felde besonders scharf ab. Leider giebt die photographische Aufnahme die Erscheinung nicht deutlich genug wieder.

Physik. Institut der Universität St. Petersburg.

(Eingegangen 22. Juni 1902.)

Ein empfindliches Aluminiumblatt-Elektrometer.

Von E. Grimsehl.

Das im folgenden beschriebene Elektrometer ist nach meinen Angaben von der Firma A. Krüss in Hamburg gebaut und hat vor den sonst bekannten Aluminiumblatt-Elektrometern so mannigfaltige Vorzüge, dass mir die Veröffentlichung nicht unangebracht erscheint.

In Fig. 1 und 2 sind zwei Seitenansichten in Konstruktionszeichnung ausgeführt. Der Apparat hat mit der Kolbeschen Form des Elektrometers grosse Ähnlichkeit, weicht aber im einzelnen wesentlich von demselben ab.

Das Elektrometer besteht aus einem 5×7×16 cm grossen Messinggehäuse, das auf drei Füssen ruht, von denen der eine als Fussschraube ausgebildet ist. Die breiteren Seitenflächen des Gehäuses sind in einer Höhe von 9 cm aus Spiegelglasplatten hergestellt, die oben und unten durch eine Messingführung festgehalten werden. Sie werden von der einen Seite eingeschoben und dann in ihrer Lage durch je einen kleinen Messingvorreiber vor dem Herausfallen geschützt. Der obere Deckel des Gehäuses ist durchbohrt, und an die Durchbohrung ist ein Messingrohr von 25 mm Weite und 15 mm Länge angelötet. Dieses Messingrohr dient zur Aufnahme eines Ebonitpfropfens E, durch den der das Aluminiumblättchen tragende Stab S hindurchgeführt ist. Der Ebonitpfropfen ist 15 mm nach der einen schmalen Seite des Gehäuses zu von der Mitte des oberen Deckels verschoben. Der Pfropfen ist aus einem später anzugebenden Grunde der Länge nach gespalten. Eine an der einen Hälfte angebrachte kleine Nase N bewirkt, dass der Pfropfen nach dem Einsetzen in seine Fassung sich nicht drehen kann. Der durch den Pfropfen gehende Stab S besteht aus einem 5 mm dicken und 35 mm langen Messingrohr. An dem oberen Ende des Stabes sind zwei kleine seitliche Ansätze angebracht, die die willkürliche Drehung des in den Pfropfen eingesetzten Stabes verhindern, indem sie in zwei kleine Ausfräsungen des Ebonitpfropfens beim Einsetzen in den Pfropfen eingreifen. Der Stab S schneidet mit seinem oberen Ende genau mit der oberen Fläche des Ebonitpfropfens ab. In das untere Ende des Stabes ist ein 90 mm langes, 6 mm breites dünnes Aluminiumblech A (Fig. 1) mit seinem oberen cylindrisch ausgestalteten Ende eingeschraubt. Der aus dem Stabe S noch herausragende cylindrische Teil ist an der einen Seite eben angefeilt und dient zum Ankleben des 90 mm langen, 2—3 mm breiten Streifens dünnster Aluminiumfolie F.

Auf den Boden des Gehäuses ist in einer passenden Messingfassung ein kreisförmig ausgeschnittenes Glimmerblättchen G aufgeschraubt, auf welches eine von 0—30° gehende Kreisteilung angebracht ist. Der Krümmungsmittelpunkt des

Kreisbogens fällt mit dem Anheftungspunkte der Aluminiumfolie zusammen, und der Nullpunkt der Teilung liegt unmittelbar unter dem unteren Ende des Aluminiumbleches A, so dass also der Ausschlag der Aluminiumfolie an der Gradeinteilung ohne Parallaxe direkt abzulesen ist oder auch bei Projektion mit der Folie gleichzeitig scharf eingestellt wird.

Die centrischen Durchbohrungen des Ebonitpfropfens P bilden das Lager für eine in ihrem mittleren Teil gekröpfte, durch den Apparat hindurchgehende messingene Achse M, die an ihren aus dem Gehäuse heraustretenden Enden je einen Messingring trägt. Der eine Messingring ist aufgeschnitten und der andere geschlossen, und an diesen ist in der Verlängerung

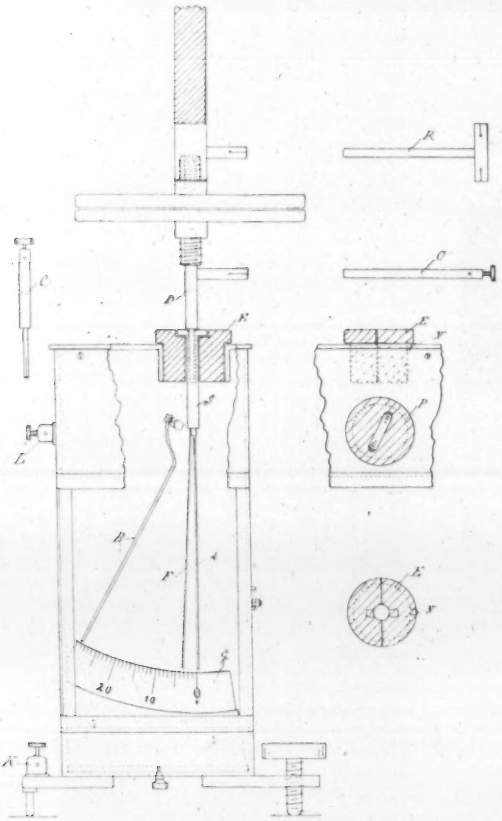

Fig. 1.

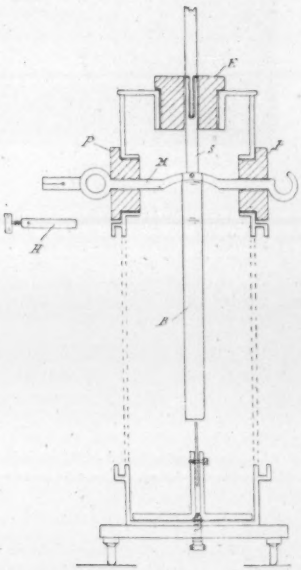

Fig. 2.

Oberhalb der Spiegelglasplatten ist in den Breitseiten des Messinggehäuses noch je ein kurzer massiver Ebonitpfropf P in ein kurzes in den Seitenwänden des Gehäuses gelötetes Messingrohr eingesetzt. Eine durch die centrischen Durchbohrungen letzterer Pfropfen hindurchgehende Verbindungslinie geht genau durch den Aufhängepunkt der Aluminiumfolie.

der Achse noch ein kleines federnd aufgeschlitztes Messingröhrchen angelötet. An der Kröpfung der Achse M ist ein dünnes Aluminiumblech angeschraubt, das in seinem kurzen oberen Teil gebogen, in dem längeren unteren Teil gerade ist. Bei Drehung der Achse M legt es sich flach an das feste Aluminiumblech A an. Dadurch wird die Aluminiumfolie F mit

leichtem Druck zwischen den beiden Aluminiumblechen festgehalten und hierdurch der Apparat transportfähig gemacht. Das Blech *B* hat noch einen weiteren Zweck, indem es erstens die selbständige Entladung der Aluminiumfolie bei zu starkem Ausschlage bewirkt, wenn man die Achse *M* leitend mit der Erde oder dem Gehäuse verbindet, und indem es ferner dazu dient, die Empfindlichkeit des Elektrometers durch passende Annäherung an das Blech *A* bis zu einem hohen Grade zu vermehren. Es sei hier bemerkt, dass man die Potentialdifferenz von 2 Volt durch einen Ausschlag der Aluminiumfolie deutlich nachweisen kann, wenn man das Blech *B* bis auf wenige (3—4) Grade dem festen Bleche *A* nähert. Endlich wird durch die anziehende Wirkung des Bleches *B* bewirkt, dass die Ausschläge der Folie *F* fast genau proportional dem Potential der Folie sind. Ist das Blech *B* auf 30 Grad gestellt, also so wie es Fig. 1 angiebt, so entspricht jeder Grad Ausschlag fast genau dem Potential von 10 Volt. Genauere Angaben hier zu machen hat keinen Zweck, da ja natürlich der Ausschlag mit der nicht immer konstanten Dicke der Aluminiumfolie wechselt, also demnach von Apparat zu Apparat etwas verschieden ist. Ein einmal geeichtes Elektrometer zeigt aber, solange man dieselbe Aluminiumfolie benutzt, immer dieselbe Beziehung zwischen Ausschlag und Potential. Für Demonstrationszwecke ist es völlig ausreichend genau, wenn man Ausschlag und Potential einander proportional setzt.

Auf das Fussblech des Elektrometers ist noch eine kleine Polklemme *K* zur Herstellung irgend welcher Verbindung, z. B. zur sicheren Verbindung mit der Erde, angebracht.

Ebenfalls ist noch eine kleine Polklemme *L* auf die schmale Seitenwand des Gehäuses in der Höhe der Achse festgeschraubt. Diese Klemme hat besonders den Zweck, die leitende Verbindung der Achse *M* mit dem Gehäuse durch einen kurzen federnden Draht bequem zu ermöglichen.

In die obere Bohrung des Stabes *S* können nun noch verschiedene Aufsätze eingesetzt werden. Bisher haben sich folgende Aufsätze als bequem erwiesen: Eine einfache gerade Messingstange von 35 mm Länge (gemessen von der oberen Fläche des Ebonitpfropfens *E* aus) und 5 mm Dicke; eine ebensolche Stange, deren oberes Ende zu einer einfachen Polklemme *C* ausgestaltet ist; eine Stange *D*, an die in 20 mm Höhe ein 6 mm weites federnd aufgeschlitztes horizontales Rohr hart angelötet ist; eine Stange, die an ihrem oberen Ende einen cylindrischen Zerstreuungskörper von 90 mm Länge und 50 mm Dicke trägt.

In die federnd aufgeschlitzten horizontalen Messingrohre, die sich in der Verlängerung der Achse *M* und an dem oberen Aufsatze *D* finden, passen wieder einige kleine Hilfsapparate, und zwar eine 20 mm lange Polklemme *H*, zwei 50 mm lange Polklemmen *O*; zwei 50 mm lange Messingstäbe *R*, an die an ihrem einen Ende ein oben und unten federnd aufgeschlitztes Messingröhrchen von 20 mm Länge rechtwinklig angelötet ist; ein 60 mm langer cylindrischer Stab; und ein rechtwinklig gebogener, in seinem horizontalen Teile 50 mm, in seinem vertikalen Teile 60 mm langer Stab.

Der Kondensator besteht aus zwei eben geschliffenen und mit einer sehr dünnen gleichmässigen Lackschicht versehenen Metallplatten, auf deren Mitte einseitig eine Messingfassung gelötet ist, die eine centrische Bohrung trägt, mit welcher sie mit leichter Reibung drehbar auf die Elektrometerstange gesetzt werden kann. Aussen ist die Fassung mit einem Gewinde versehen, das an ein an einem Hartgummigriff sitzendes Muttergewinde angeschraubt werden kann. An das am Hartgummigriff sitzende Muttergewinde ist wieder ein horizontales, federnd aufgeschlitztes Messingröhrchen festgelötet, in das auch die vorhin beschriebenen Hilfsapparate hineinpassen. Der Hartgummigriff ist in seinem oberen Teile mit einem Messingrohre umgeben, um etwaige durch das Anfassen bewirkte Ladungen zu vermeiden.

Das Elektrometer ist für alle Spannungsmessungen in hervorragendem Masse geeignet. Es vermeidet alle sonst bei einem derartigen Elektrometer vorkommenden unliebsamen Überraschungen vollkommen. Dabei ist es hochempfindlich und kann innerhalb gewisser Grenzen durch Verstellen des drehbaren Aluminiumbleches *B* in seiner Empfindlichkeit beliebig verändert werden.

Es ist zur direkten Ablesung, wie auch zur Projektion gleich gut zu gebrauchen. Auf die Ausführung einiger wichtiger Versuche (teils demonstrativer, teils messender Art) werde ich noch zurückkommen, doch möchte ich hier noch hervorheben, worin die wesentlichen Vorteile dieser Konstruktion vor anderen liegen:

Über die Anwendung des drehbaren Zeigers *B* ist schon berichtet. Die Teilung des Ebonitpfropfens in zwei Hälften gestattet eine leichte Auswechselung desselben gegen einen anderen, ohne die Aluminiumfolie aus dem Apparat zu entfernen. Man braucht nur den Stab *S* mit der Folie etwas in die Höhe zu ziehen und kann dann beide Hälften des Pfropfens einzeln entfernen und durch andere ersetzen. Bekanntlich ist die mangelhafte Isolationsfähigkeit des Ebonitpfropfens gewöhnlich der Grund, weshalb ein derartiges Instrument leicht seine Ladung verliert. Der schönste Ebonitpfropfen wird durch

den Einfluss von Licht und Staub nach kurzer Zeit leitend an seiner Oberfläche. Eine gründliche Waschung mit Wasser und Seife unter Benutzung einer kräftigen Bürste stellt dann die Isolationsfähigkeit leicht und meist wieder vollständig her. Bei einer solchen Behandlung ist es aber nicht zu vermeiden, dass der Pfropfen elektrisch geladen wird. Es gelingt auch kaum, in wenigen Minuten die Ladung völlig zu entfernen. Daher sind dem Apparat zwei solcher geteilter Pfropfen beigegeben, von denen der eine, nicht im Apparat sitzende, früher sorgfältig gereinigt war und dann vor Licht und Staub geschützt in einem besonderen Kästchen aufbewahrt wird, so dass man also stets einen tadellos isolierenden Pfropfen zur Verfügung hat. Da man nun die Auswechselung des Pfropfens vornehmen kann, ohne den Apparat sonst irgendwie zu verändern, so hat man auch die Möglichkeit, ein tadellos isolierendes Elektrometer jederzeit herstellen zu können. So wird eine Ladung auf ca. 100 Volt mehrere Stunden lang dauernd gehalten. Nur ganz allmählich geht das Blättchen auf Null zurück. Besonders von Vorteil ist diese Einrichtung zur Untersuchung der entladenden Wirkung von Becquerelstrahlen oder von ultravioletttem Licht, indem man dann auf die Stange S den Zerstreuungskörper aufsetzt. Die Entladung durch einen genäherten Gasglühlichtstrumpf ist gut zu beobachten, da eben ohne einen solchen die Ladung so ausserordentlich konstant bleibt.

Die hohe Empfindlichkeit ist, abgesehen von der Einwirkung des drehbaren Zeigers B, dadurch erreicht, dass eine Aluminiumfolie von 90 mm Länge, der ganzen im Handel vorkommenden Länge, angewandt wird.

Die an dem Aufsatze D und an der Fassung des Hartgummigriffes vom Kondensator angebrachten kleinen horizontalen Messingröhrchen gestatten eine bequeme Verbindung von Kollektor und Kondensatorplatte mit andern Apparaten oder mit den Polen einer Stromquelle. Hierdurch wird einerseits die Eichung, andererseits auch die Messung einer unbekannten Spannung erleichtert.

Die mit leichter Reibung auszuführende Drehung der Kollektorplatte auf dem Elektrometer ermöglicht die Herstellung eines reibungslosen Kontaktes der Kollektor- und Kondensatorplatte. Zu dem Zwecke wird in das an dem Aufsatze D befindliche Röhrchen der 60 mm lange Messingstab eingesetzt und in die Fassung der Kollektorplatte kommt der rechtwinklig gebogene Messingstab. Dreht man dann beide aufeinanderliegende Platten mittels des Hartgummigriffes auf dem Zapfen von D, so geraten die beiden Ansätze in Berührung, ohne dass man zu fürchten hätte, dass durch diese Berührung neue elektromotorische Kräfte eingeführt werden. Aus diesem letzteren Grunde ist das Elektrometer zur Ausführung des sogenanten Voltaschen Fundamentalversuchs gut geeignet. Dieser letzte Versuch lässt sich in höchst einfacher Weise, und wie mir scheint, einwandfrei ausführen. Deshalb hoffe ich, hierauf demnächst noch zurückkommen zu können.

(Eingegangen am 20. Juli 1902.)

Über die radioaktive, im Uranpecherz vorkommende „flüchtige Substanz".

Von O. Behrendsen.

Wenn man Uranpecherz (am besten solches aus Joachimsthal) fein gepulvert in einem Porzellantiegel glüht, so zeigt sich an dem aufgelegten, kühl gehaltenen (z. B. mit Wasser gefüllten) Deckel ein grauer, oft ins Rote spielender Anflug, welcher stark radioaktiv ist.[1]) Dass man es bei dieser „flüchtigen Substanz" Giesels[2]) nicht mit bloss induzierter Radioaktivität[3]), sondern mit einer Ausscheidung eines wirksamen Stoffes zu thun hat, lehrt schon der Umstand, dass dieselbe in der Regel sechsmal so radioaktiv ist als die Pechblende selbst, aus welcher sie gewonnen wurde. Die durch das wirksamste Radium induzierten Objekte erreichen dagegen niemals den Wirkungsgrad der Substanz selbst. —

Man könnte einwenden, dass die hohe Temperatur, der die Pechblende beim Glühen ausgesetzt wird, hier eine besondere Wirkung hervorbringe; allein wir werden zeigen, dass auch in diesem Falle ein geglühtes Radiumpräparat nicht den nämlichen Erfolg hat. —

Die Strahlen, welche diese „flüchtige Substanz" aussendet, sind von denen der Radiumpräparate verschieden. Dies lehrt ein einfacher Absorptionsversuch. Ein schwaches Radiumpräparat und die an einem Platindeckel niedergeschlagene, aus Pechblende dargestellte „flüchtige Substanz" wurden mit Aluminiumfolie und auch mit unechtem Blattgold bedeckt und dann auf ihre Radioaktivität untersucht. Dazu dienten, wie in allen später erwähnten Versuchen, zwei in einem Glascylinder eingeschlossene Platten, die untere flach schalen-

1) Curie, C. R. **127**, 176, 1898 — Behrendsen, Wied. Ann. **69**, 222, 1899.

2) Radioaktive Substanzen in Ahrens Sammlung u. s. w. **7**, 6, 1902.

3) Curie und Debierne deuten dies an in C. R. **132**, 549, 1901. Vergl. auch diese Zeitschrift **2**, 500, 1901.

förmig mit der Erde, die obere mit einem geladenen Exnerschen Elektroskop verbunden. Es wurde stets die Zeit für das Zurückgehen der Elektroskop-Blättchen um denselben Skalenteil bestimmt.

Nach Bedeckung mit Aluminiumfolie hatten die Radiumstrahlen noch 0,85, die der flüchtigen Substanz nur noch 0,7, nach Bedeckung mit Blattgold die ersten noch 0,8, die letzteren nur noch 0,146 ihres ursprünglichen Wirkungsgrades.

Eine so starke Absorption ist aber bekanntlich charakteristisch für Polonium.[1]) Ebenso die Flüchtigkeit und baldige Verminderung ihrer Aktivität im Gegensatz zu Radium.

In der That ist nach 45 Tagen die Aktivität eines mit der „flüchtigen Substanz" bedeckten Platinschälchens nur noch $^2/_3$ der ursprünglichen. Durch Glühen des Schälchens wurde es sofort wirkungslos, ohne sich wieder zu erholen.

Es wurde weiter untersucht, ob die flüchtige Substanz wie Polonium ebenfalls Wismut vor anderen Metallen bevorzugt. Zwei Gramm leichtflüssigen Metalles (Zinn, Blei, Weichlot, Wismut) wurden jedesmal mit derselben Menge gepulverten Pecherzes in einem Tiegel bedeckt und dieser dann geglüht. Natürlich war der Tiegel geschlossen. Nach dem Erkalten wurden die wieder erstarrten und dann gewaschenen Metalle auf ihre nunmehrige Aktivität untersucht, wobei die veränderliche Eigenentladung des Apparates berücksichtigt und durch eine früher angegebene Formel[2]) eliminiert wurde, zumal sich die Versuche über mehrere Tage erstreckten.

Dabei zeigten, im Gegensatz zu Wismut, Zinn, Blei, Weichlot nur geringe Spuren von Aktivität, denn es betrugen die Entladungszeiten für Zinn circa 1800 Sek., für Weichlot 2800 Sek., die des Wismuts jedoch 191 Sek. und nachdem dann mit demselben Metallstücke und immer frischer Pechblende der Versuch mehrmals wiederholt wurde, beim zweiten Male 146, beim dritten Male 200 Sek. (hier mag eine wenig wirkungsreiche Pechblendenprobe den Prozess rückgängig gemacht haben), beim vierten Male 138 Sek.

Um dem Einwand zu begegnen, dass bei dem eben beschriebenen Prozesse Pechblendeteilchen in das flüssige Metall eingedrungen seien und hierdurch dessen Radioaktivität veranlasst haben (warum aber nicht bei dem spezifisch leichteren Zinn oder bei Weichlot?), wurde der Versuch in der Weise wiederholt, dass die Pechblende an den Boden des Tiegels kam, in halbe Höhe ein schalenförmig gebogenes kreisrundes Drahtnetz gelegt wurde, auf welchem das Metall ruhte. Der mit Kühldeckel versehene Tiegel wurde alsdann geglüht. Der Deckel zeigte sich wieder mit der „flüchtigen Substanz" überzogen und war stets in demselben Masse radioaktiv. Darauf wurde der Wirkungsgrad der Metalle (der diesmal selbstredend weit geringer als bei dem früheren Versuche ausfallen musste) untersucht; es war dann die Aktivität des Wismuts 0,091 von der des Deckels, bei Blei nur 0,064 und bei Zinn nur 0,06 (mit Berücksichtigung der Eigenentladung des Apparates wird der Unterschied noch erheblicher; für Bi 0,05, für Pb 0,024, für St sogar nur 0,018).

Zur Kontrolle wurden dieselben Versuche in der gleichen Anordnung mit einem schwachen Radiumpräparat wiederholt.[1]) Diesmal wurde der Kühldeckel nur sehr schwach radioaktiv, nämlich nur $^1/_{11}$ bis $^1/_7$ so wirksam wie das Präparat selbst. Das auf dem Netze liegende, wieder fest gewordene Metall wurde jedesmal hinsichtlich seiner Aktivität mit der des Deckels verglichen und hier ergab sich für Bi: 0,51, für Pb: 0,54, für St: 0,52. Bei einem Glühen von Radium hat man es also mit einer wirklichen induzierten Aktivität in Sinne der französischen Physiker zu thun. Eine Bevorzugung des Wismuts findet hier nicht statt.

Es scheint also damit nachgewiesen zu sein, dass die flüchtigen Substanzen der Pechblende mit dem Polonium identisch sind, dessen Absorption, dessen Flüchtigkeit und dessen Vorliebe für Wismut sie teilen. Da wir es ferner bei den flüchtigen Substanzen mit einem wirklichen Stoffe, nicht bloss mit induzierter Aktivität zu thun haben, so dürfte damit das neuerzeit von Giesel und anderen ausgesprochene Todesurteil über die Existenz des Poloniums nicht gerechtfertigt sein.

Nach Abschluss meiner Versuche kam mir die Arbeit von Marckwald[2]) über das radioaktive Wismut zur Hand, der überaus wirksames Polonium durch Wismut elektrolytisch ausgeschieden hat. Die oben ausgesprochene Meinung wird dadurch auf das beste bestätigt.

1) Schwache Präparate lassen die graduellen Unterschiede weit leichter messend verfolgen.

2) Berichte der Deutschen chem. Ges., **35**, 2285, 1902.

Göttingen, den 29. Juli 1902.

(Eingegangen 31. Juli 1902.)

1) Becquerel, C. R. **128**, 771, 1899.
2) Behrendsen, Wied. Ann. **69**, 225, 1899.

Über die Radioaktivität der im Erdboden enthaltenen Luft.

Von J. Elster und H. Geitel.

Vor kurzem haben wir gezeigt, dass die Erscheinung der induzierten Radioaktivität, d. h. die Fähigkeit, vorübergehend Becquerelstrahlen auszusenden, auch ohne Vermittlung der seltenen Elemente der radioaktiven Gruppe durch Kontakt mit der atmosphärischen Luft an beliebigen Körpern erhalten werden kann.[1]) Die Luft verhält sich dabei gerade so, als ob sie selbst in geringem Grade radioaktiv oder durch Berührung mit aktiven Stoffen mit Spuren einer strahlenden „Emanation" behaftet wäre. In besonders starkem Masse tritt diese aktivierende Eigenschaft an der eingeschlossenen Luft geräumiger Keller hervor, hier erscheint sie eng verknüpft mit der abnorm gesteigerten elektrischen Leitfähigkeit. So liessen sich von Drähten, die mit negativer Ladung solcher Kellerluft einige Stunden ausgesetzt waren, durch Abreiben Substanzen gewinnen, die trotz ihrer ungemein geringen Masse die ionisierende Wirkung auf Gase, die Schwärzung der photographischen Platte wie die Erregung von Phosphoreszenz am Baryumplatincyanürschirm in vollkommener Deutlichkeit zeigten.

Diese Versuche sind inzwischen von anderer Seite wiederholt und in ihren Ergebnissen bestätigt worden.[2])

Die Herkunft der hohen Aktivität der Höhlen- und Kellerluft, die Bedingungen, unter denen sie zu stande kommt, waren durchaus rätselhaft. Allerdings hatten Versuche an kleineren, unter einer Glasglocke hermetisch abgeschlossenen Luftmengen auch hier eine Vermehrung des elektrischen Leitvermögens in der Zeit erkennen lassen, und eben diese Erfahrung war die erste Veranlassung gewesen, die Luft in Höhlen auf ihr elektrisches Verhalten zu prüfen. Quantitativ blieb aber das Maximum des unter diesen künstlichen Bedingungen erreichten Leitvermögens weit hinter dem in der Höhlenluft gefundenen Betrage zurück.

Es lag deshalb nahe, die beträchtliche Ionisierung und die aktivierende Wirkung der Höhlen- und Kellerluft auf einen Einfluss der Wände zurückzuführen und etwa dem begrenzenden Gesteine selbst eine primäre Becquerelstrahlung zuzuschreiben. Zwar gab die direkte Prüfung von Gesteinsproben keinen Anhalt zu Gunsten dieser Annahme, doch ist nicht zu vergessen, dass vielleicht schon die geringsten, unmittelbar kaum nachweisbaren Spuren aktiver Stoffe in den Wänden die eingeschlossene Luft im Laufe der Zeit mit ihrer Emanation erfüllen konnten. Wenn aber trotz jenes negativen Befunds die abnorme Aktivität der Luft in unterirdischen Räumen aus der Erde selbst stammte, so musste sie in mindestens derselben Stärke, wie in der eigentlichen Höhlenluft sich auch an derjenigen nachweisen lassen, die in den kleinsten Hohlräumen und kapillaren Spalten des Erdreichs eingeschlossen ist.

Andrerseits war es denkbar, dass die normale Aktivität in begrenzten Luftmassen in noch unbekannter Weise mit dem Volumen sich steigere, dass also allein der grössere Rauminhalt der Höhlen und Keller gegenüber den geringfügigen Dimensionen bei den Laboratoriumsversuchen die überwiegende Wirksamkeit der Luft bedingte.

Wir haben versucht, nach den beiden angedeuteten Richtungen eine Entscheidung durch das Experiment herbeizuführen.

Einerseits prüften wir Luft, die direkt aus dem Erdboden entstammte, auf ihre radioaktiven Eigenschaften, andererseits solche, die in einem mehrere Kubikmeter enthaltenden, noch ungebrauchten Dampfkessel drei Wochen lang eingeschlossen gehalten war.

Die Versuchsanordnung war im ersten Falle dieselbe wie bei den anfangs erwähnten Untersuchungen (Fig. 1). Das Elektroskop C mit

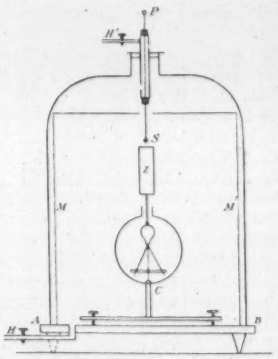

Fig. 1.

aufgesetztem Zerstreuungskörper Z stand, von einem weitmaschigen Drahtnetze MM' umgeben, auf einer eben geschliffenen Eisenplatte AB, das

1) J. Elster u. H. Geitel, diese Zeitschrift **2**, 590, 1901. H. Geitel, Verhandl. d. Ges. deutscher Naturforscher u. Ärzte in Hamburg, S. 72, 1901 u. H. Geitel, diese Zeitschrift **3**, 76, 1901.

2) Berichte über luftelektrische Arbeiten im Jahre 1901 bis 1902, erstattet von Mitgliedern der luftelektrischen Kommission. Göttingen 1902. Bericht von H. Ebert, S. 7. (Dieselben werden demnächst in dieser Zeitschrift abgedruckt.) Ferner: E. Rutherford, diese Zeitschrift **3**, 210, 1902.

Ganze war mit einer grossen tubulierten Glasglocke von 27 Liter Inhalt bedeckt, deren unterer Rand luftdicht auf der Grundplatte anschloss. Durch den oberen Tubus konnte mittels einer in einer Stopfbüchse verschiebbaren isolierten Sonde *PS* das Elektroskop geladen werden; nach dem Laden wurde die Sonde stets bis über die Drahthülle emporgezogen und zur Erde abgeleitet. Zwei Röhren mit Hähnen (*H* u. *H'*), die eine am Tubus, die andere in der Grundplatte, dienten zum Einführen der zu prüfenden Luft.

War der Apparat neu zusammengesetzt, aber mit Zimmerluft gefüllt, so beobachtete man an dem geladenen Elektroskop infolge der bekannten Selbstionisierung der Luft eine Abnahme der Ladung mit der Zeit, und zwar verschwinden, da der Sättigungsstrom bei den angewandten Spannungen längst erreicht ist, in gleichen Zeiten gleiche Elektrizitätsmengen, oder, da die Kapazität des Elektroskops durch die Lagenänderung der Blättchen sich nur wenig ändert, so sinkt das Potential einfach der Zeit proportional. Die Abnahme in einer bestimmten Zeit, etwa 15′, lag zwischen 15 und 20 Volt, erst im Laufe mehrerer Tage pflegt sich dieser Betrag, wie auch oben bemerkt, auf etwa das Doppelte zu erhöhen und bleibt dann stationär; bei den zu beschreibenden Versuchen wurde das Eintreten dieses Zustands nicht abgewartet.

Um Luftproben aus dem Erdboden zu entnehmen, stiessen wir mit einer dünnen Eisenstange ein etwa $1\,^1/_2$ m tiefes Loch in die weiche Gartenerde und senkten eine Glasröhre von entsprechender Länge hinein, aber so, dass sie nicht völlig bis zum untern Ende des Kanals hinabreichte. Die Erde wurde dann an den Seiten angedrückt, festgetreten und, um bessern Anschluss an die Röhre zu bewirken, mit Wasser oberflächlich angegossen. Das herausragende Ende setzten wir durch einen Gummischlauch mit dem Zuleitungshahne der Grundplatte des Apparats in Verbindung, von dem oberen Hahne führte eine Schlauchleitung nach einer Wasserstrahlsaugpumpe. (Siehe untenstehende Tabelle).

Vor Beginn des Versuchs wurde der Betrag bestimmt, um den das Potential des geladenen Elektroskops in 15′ sank, solange die Glocke mit reiner Zimmerluft gefüllt war. Dann wurde die Saugpumpe in Gang gesetzt und beobachtet, in welcher Weise die Elektrizitätszerstreuung unter der Glocke sich änderte, während mehr und mehr von der Erdbodenluft eindrang. (Das Elektroskopgehäuse war durch Einführung eines Stückes Natrium mit trockner Luft erfüllt.)

Es fand sich, wie aus dem nachstehenden Beispiele einer Beobachtungsreihe hervorgeht, eine sehr beträchtliche Vermehrung der Zerstreuung, die schliesslich eine so bedeutende Höhe erreicht, dass das Elektroskop in wenigen Minuten entladen wurde.

Die Beobachtungszeit musste daher auf etwa 3 Minuten beschränkt und aus dem in dieser Zeit beobachteten Verluste derjenige in 15 Minuten berechnet werden. Dabei war es gleichgültig, ob bei geöffneten Hähnen, also während — allerdings sehr schwacher — Bewegung der Luft, oder bei geschlossenen, d. h. bei Ruhe, beobachtet wurde. Dass beim Eindringen der Bodenluft trotz der Natriumtrocknung nicht etwa die Isolation des Elektroskops gelitten hatte, davon überzeugten wir uns in bekannter Art sofort am Schlusse der Beobachtungsreihe, indem wir die Zerstreuung im Innern des Elektroskopgehäuses durch einen besonderen Versuch bestimmten. (Siehe untenstehende Tabelle.)

Anstatt die Luft aus dem Boden direkt in die Glocke einzuleiten, kann man auch eine geräumige Flasche mit Bodenluft füllen und diese dann durch Verdrängen mit Wasser in die Glocke einführen. So stieg z. B. die Zerstreuung von etwa 12 Volt in 15′ auf 66, nachdem eine Dreiliterflasche frisch angesogener Bodenluft eingeleitet war. Wurde die letztere durch Lüften der Glocke wieder entfernt, so sank die Zerstreuung auf 19 Volt herab. Dass sie nicht ganz den niedrigen Anfangswert wieder erreichte, liegt in der durch die Bodenluft auf der Innenfläche der Glocke, dem Elektroskop selber und seiner Drahthülle induzierten Aktivität begründet, die erst im Laufe mehrerer Stunden allmählich wieder verschwindet. In der That ist die aus dem Erdboden aspirierte Luft nicht nur in abnormer Weise leitend, sondern sie enthält auch, gerade wie die Höhlen- und Kellerluft, in besonderer Intensität jene radio-

Versuchsreihe vom 25—27. August.

Potentialabnahme in 15′ u. Volt	Vor Einleitung der Bodenluft	Bodenluft eingeleitet					Hähne geschlossen		
		nach 5′	nach 10′	nach 15′	nach 30′	nach 60′	nach 3h	nach 24h	nach 48h
	18,0	133	246	380	480	525	550	460	430

Verlust im Elektroskope: in 15′ 7,2 Volt.

aktive Emanation, durch die sie beliebige Körper bei blossem Kontakte vorübergehend aktiv macht. Bekanntlich gelingt diese Aktivierung am kräftigsten, wenn man den zu dem Versuche verwendeten Körper dabei auf negativem Potential hält (E. Rutherford). Zum Nachweis der durch die Bodenluft induzierten Aktivität benutzten wir den beschriebenen Apparat, aus dem wir nur das Elektroskop entfernten. An der Sonde war ein Metalldraht befestigt, der frei innerhalb der Drahthülle unter der Glocke herabhing, ohne die Grundplatte zu berühren; durch Anschluss der Sonde an eine Trockensäule wurde er mehrere Stunden lang auf 2000 Volt geladen gehalten, während die Glocke mit Bodenluft gefüllt war oder von solcher in sehr langsamem Strome durchflossen wurde. Die so erregte Aktivierung der Längeneinheit des Drahtes war trotz der Kleinheit des angewandten Luftvolumens von etwa derselben Grösse, wie wir sie in weiten Kellerräumen unter sonst gleichen Bedingungen erhalten haben. Die Intensität der aktiven Emanation oder auch ihre Menge in der Volumeinheit muss daher in der Bodenluft noch höher sein als in der von Kellern. Hiermit steht im Einklang, dass das Einleiten des gleichen Quantums Kellerluft unter die Glocke, anstatt der aus dem Boden aspirierten, die Zerstreuung nur unbedeutend (um 2—3 Volt) erhöhte. Zu bemerken ist noch, dass die durch die Bodenluft induzierte Aktivität in sehr kleinen Räumen, wie innerhalb von engen Röhren, durch die die Luft angesaugt wurde, nicht deutlich erhalten werden konnte.

Das Verfahren, die Luft aus dem Erdboden erst in einen besonderen Behälter aufzufangen und sie dann unter die Glocke zu transportieren, ermöglicht es, aus verschiedenen Bodenarten entnommene Proben auf ihre Aktivität zu vergleichen, wenn man voraussetzen darf, dass sie bei längerer Aufbewahrung ihre Eigenschaft nicht ändern. Wie der Versuch zeigt, ist im Laufe von einigen Stunden eine Verminderung der Aktivität nicht wahrnehmbar, dagegen findet sich anfangs — wie bei der gewöhnlichen atmosphärischen Luft — eine Zunahme des Leitvermögens, bis nach Erreichung des Maximums ein sehr langsames Abklingen erfolgt.

Sollte sich herausstellen, dass die Beschaffenheit des Bodens von Einfluss auf die Radioaktivität der in ihm eingeschlossenen Luft ist, so ist wohl die anfangs schon angedeutete Auffassung die natürlichste, welche die Quelle der Aktivität in einer primären Becquerelstrahlung der Erdsubstanz selbst sucht. Wird ja doch ohne Zweifel die Bodenluft in der Nähe natürlicher Fundstätten von Uran- und Thoriumverbindungen sich besonders aktiv erweisen.

Andererseits wäre die Möglichkeit zu erwägen, dass jene Aktivität aus bedeutenden Tiefen herstammt und sich erst durch einen der Diffusion analogen Prozess bis an die Erdoberfläche fortgepflanzt hat. Durch Untersuchung von Luftproben von verschiedenen Orten und aus verschiedenen Tiefen liessen sich solche Fragen wohl entscheiden.

Man wird hiernach behaupten dürfen, dass die hohe Leitfähigkeit der Luft in Kellern und Höhlen, sowie ihre Eigenschaft, die induzierte Radioaktivität in viel stärkerem Masse hervorzurufen, als es die der freien Atmosphäre vermag, auf ihrem Gehalt an Bodenluft beruht, d. h. solcher, die aus den Erdkapillaren stammt und aus diesen in die unterirdischen Räume gelangt ist. Unterschiede in der Wirksamkeit der Luft in verschiedenen solchen Räumen werden sowohl auf ungleichmässige Ventilation, wie auch auf den mehr oder minder leichten Zutritt von Bodenexhalationen zurückgeführt werden können.

Nach dem bisher Mitgeteilten konnte man den Erfolg des zweiten oben schon erwähnten Versuches wohl vorhersehen; es war zu erwarten, dass ein vor dem Eindringen von Bodenluft geschützter allseitig hermetisch verschlossener Behälter auch von grossen Dimensionen keine wesentliche Steigerung der Aktivität der Innenluft im Laufe der Zeit aufweisen würde. Durch die Freundlichkeit des Direktors einer hiesigen Maschinenfabrik, Herrn La Baume, dem wir dadurch zu Dank verpflichtet sind, wurde uns Gelegenheit geboten, ein Luftvolum von etwa 7 cbm mehrere Wochen lang einzuschliessen und dann auf seine radioaktive Fähigkeit zu untersuchen. Durch einen Dampfkessel von dem angegebenen Volum wurde der Länge nach ein Metall- (Aluminium) Draht gespannt und in zwei diametral entgegengesetzten kleinen Öffnungen der Kesselwand durch fest anliegende Gummistopfen gehalten. Nachdem der allseitig verschlossene Kessel 3 Wochen lang unverrückt gestanden hatte, ersetzten wir die Gummistopfen durch isolierende Röhrchen aus Ebonit und luden nun den Draht auf ein Potential von 2000 Volt 2 Stunden lang. Es ergab sich, dass er dadurch keine sicher nachweisbare Radioaktivität erworben hatte. Es war leider unmöglich, die Leitfähigkeit der Innenluft mittels des Zerstreuungsapparates direkt zu messen, nach den oben erwähnten Versuchen an kleinen Luftmengen ist anzunehmen, dass sie etwa das Doppelte der normalen betragen haben würde, also weit hinter der von Keller- oder gar Bodenluft zurückgeblieben wäre.

Wir möchten es nach dem Ergebnis der beiden geschilderten Versuche für wahrscheinlich halten, dass die Eigenschaft der atmosphärischen Luft, induzierte Radioaktivität hervorzurufen, wenigstens zum grossen Teile durch ihre Berührung mit dem Erdkörper, die ja in den kapillaren Räumen des Bodens am innigsten

ist, bedingt wird. Die im Verhältnisse zur Gesamtmasse der Atmosphäre nicht unbedeutende Luftmenge, die unter der sichtbaren Erdoberfläche steckt, ist in hervorragender Weise der Träger der radioaktiven Emanation. Die Gegenwart einer gewissen Menge solcher Bodenluft in einem geschlossenen Raume wirkt wie die von Thorium oder Radium, indem sie durch Erregung induzierter Strahlung die Ionisierung der Luft bis zu einem Maximum steigert, dessen Höhe von der Menge und Wirksamkeit der vorhandenen Bodenluft abhängt. So erklärt sich das rätselhafte Ansteigen der Leittähigkeit begrenzter Luftvolumina.

Das Vorhandensein freier Ionen in der atmosphärischen Luft wird durch den Nachweis kräftig radioaktiver Substanzen in dem Teile der Atmosphäre, der unterhalb der Erdoberfläche liegt und mit ihrer oberirdischen Masse durch Diffusion in stetigem Austausche steht, ebenfalls verständlich gemacht. Allerdings kann bei einem System, das so mannigfaltigen Einflüssen ausgesetzt ist, wie die Lufthülle der Erde, von einer ausschliesslichen Ursache der Ionisierung nicht wohl gesprochen werden, es ist zweifellos, dass neben der angegebenen Quelle noch andere, insbesondere die Sonnenstrahlung in Betracht kommen werden.

Wolfenbüttel, September 1902.

(Eingegangen 3. September 1902.)

Wiedemannscher Effekt bei ferromagnetischen Substanzen.[1])

Von K. Honda und S. Shimizu.

In vorliegendem Versuche haben wir den Einfluss einer Dehnung auf den Wiedemannschen Effekt bei Nickelstahl, ebenso bei ferromagnetischen Stäben und die Torque-Wirkung hierauf untersucht. Wir arbeiteten mit den acht verschiedenen Proben, die folgende Tabelle des näheren angiebt:

Metall	Länge	Durchmesser
45 % Nickelstahl	20,80 „	0,0956 „
„ „ „	20,90 „	0,0516 „
35 % Nickelstahl	20,92 „	0,0939 „
„ „ „	20,96 „	0,0509 „
Weicher Eisenstab	21,03 „	1,004 „
Nickelstab	21,00 „	1,117 „
Gusskobaltstab	21,00 „	1,038 „
Ausgeglühter Kobaltstab	21,00 „	1,082 „

1) Am 7. Juni 1902 in der Math.-Physikalischen Gesellschaft zu Tokyo vorgetragen.

Die Anordnung für die Untersuchung des Wiedemannschen Effekts war dieselbe, wie die früher von Prof. Nagaoka und einem von uns benutzte. Sie bestand aus einer vertikalen Spule und einem in der Axiallinie der Spule aufgehängten vertikalen Drahte.

Der Draht trug in der Nähe seines unteren Endes einen leichten Spiegel, der zur Messung des Torsionswinkels diente; die Torsion wurde mittels Skala und Fernrohr beobachtet und man konnte mit letzterem eine Torsion von 0,196″ pro cm unserer Versuchsobjekte mit Leichtigkeit ablesen. Die Ergebnisse unserer Versuche an Nickelstahl lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Wenn die Richtung des Longitudinalfeldes zu der des Cirkularfeldes in der von der rechten Hand angegebenen Beziehung steht, so wird Nickelstahl in der Richtung des letzteren tordiert, ganz wie dies mit Eisen der Fall ist; wenn das Cirkularfeld konstant erhalten wird, nimmt die Torsion zunächst schnell zu, bis sie ein Maximum erreicht; dann fängt sie an, abzunehmen. Eine Umkehrung der Torsion ist jedoch niemals zu beobachten, wenn das Feld auch 1200 C. G. S.-Einheiten übersteigt. Die Lage der Maximaltorsion verschiebt sich ein wenig nach stärkeren Feldern, wenn der Longitudinalstrom zunimmt. Die Torsion ist bei 45proz. Nickelstahl grösser als bei 35proz. Nickelstahl. Die Maximaltorsion beläuft sich bezw. auf etwa 67″ und 42″ pro cm für 45 und 35proz. Nickelstahl in einem Felde von 15.5 C. G. S.-Einheiten, wenn der Longitudinalstrom in beiden Fällen 3 Amp. pro Quadratmillimeter beträgt.

2. Die Wirkung einer Dehnung auf die Torsion bei Nickelstahl ist nicht so ausgeprägt wie die einer Dehnung auf die magnetische Längenveränderung bei derselben Legierung. Die Dehnung vermindert die Torsion immer um einen der angewandten Spannung annähernd proportionalen Betrag.

Um die Wirkung einer sehr starken Belastung festzustellen, wurden die dünnen, etwa $^1/_2$ mm dicken Drähte untersucht. Selbst durch eine Spannung, bei der Kontraktion infolge Magnetisierung eintritt, wird die Torsionsrichtung bei Nickelstahlen nicht umgekehrt, obwohl der Betrag der Torsion auf etwa $^1/_5$ bis $^1/_6$ des Wertes ohne Dehnung reduziert wird.

Der Apparat zur Untersuchung des Wiedemannschen Effekts bei ferromagnetischen Stäben war der für den Versuch über die Änderung der Torsionselastizität infolge von Magnetisierung benutzte; der Longitudinalstrom wurde nach dem Stabe mittels Quecksilberkontaktes geleitet, der keinen merklichen Widerstand verursachte. Die Empfindlichkeit des Apparates

war derart, das eine nur $1.83'' \times 10^{-3}$ pro cm betragende Torsion noch leicht abzulesen war.

Die Ergebnisse unseres Versuches an Ferromagnetstäben lassen sich in folgenden Worten zusammenfassen:

1. Der allgemeine Charakter der Torsion von Eisen- und Nickelstäben ist der bei Drähten aus denselben Metallen beobachteten ähnlich. Bei Eisen nimmt der Torsionswinkel für ein gegebenes Cirkularfeld zuerst langsam und dann schnell zu, bis er in einem etwa 100 C. G. S.-Einheiten betragenden Felde ein Maximum erreicht; hierauf fängt er an abzunehmen und ändert schliesslich seine Richtung. Das Feld, in dem diese Torsion ein Maximum erreicht, und ebenso das Umkehrfeld sind bedeutend grösser für den Stab als für den Draht. Die Maximaltorsion beträgt $0.96''$ für einen Longitudinalstrom von 8.86 Amp. pro Quadratcentimeter. In einem gegebenen Felde war der Torsionsbetrag annähernd proportional dem Longitudinalstrom.

2. Bei einem Nickelstabe ist die Torsionsrichtung der für Eisen in schwachen Feldern entgegengesetzt; doch das allgemeine Verhalten der Torsion ist der beim Eisen beobachteten ähnlich. In starken Feldern wird jedoch die Torsionsrichtung nicht umgekehrt. Die Maximaltorsion tritt bei einem Felde von etwa 43 C. G. S.-Einheiten ein und beträgt etwa $1.38''$ pro cm für einen Strom von 6.55 Amp. pro Quadratcentimeter.

3. Die Richtung der Torsion ist bei Kobalt dieselbe wie für Nickel. Bei Gusskobalt nimmt die Torsion erst langsam und dann schnell zu, bis sie einen Maximalwert erreicht; hierauf nimmt sie allmählich ab und ändert schliesslich ihre Richtung, wenn das Feld vergrössert wird. Der Charakter der Torsion als Funktion der magnetischen Kraft ist daher gerade umgekehrt wie bei Eisen. Die Maximaltorsion entspricht einem Felde von 35 C. G. S.-Einheiten und beträgt $1.65''$ pro cm für einen Strom von 17.22 Amp. pro Quadratcentimeter.

4. Das Verhalten des geglühten Kobalts in betreff des Wiedemannschen Effekts ist von dem des Gusskobalts beträchtlich verschieden. Erstens ist die Torsion sehr klein und beträgt nur $^1/_{20}$ des beim Gusskobalt beobachteten Wertes. Zweitens ist das Feld, in dem die Torsion ein Maximum wird, bei geglühtem Kobalt sehr beträchtlich. Drittens ist die Abnahme der Torsion nach dem Maximalwerte sehr langsam und ändert sich seine Richtung nicht, selbst wenn das Feld bis auf 1200 C. G. S.-Einheiten gebracht wird. Diese Ergebnisse, sowohl für geglühtes Kobalt als für Gusskobalt, sind durchaus so, wie sie nach der Magnetostriktion der untersuchten Proben zu erwarten waren.

5. Der Torque-Effekt wird, wie bei dem Versuche über die Änderung der Torsionselastizität infolge von Magnetisierung, mittels eines aufgehängten Gewichtes erzeugt. Wenn das Longitudinalfeld konstant erhalten wurde, fanden wir, dass in allen Fällen die Torquewirkung die von dem Longitudinalstrom hervorgerufene Torsion um einen dem Torque annähernd proportionalen Betrag vermindert.

(Aus dem Englischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 3. August 1902.)

Über Radiumbromid und sein Flammenspektrum.

Von F. Giesel.

Das aus Uranerzen abgeschiedene Radiumrohmaterial besteht hauptsächlich aus Baryum neben etwas Strontium, eventuell Calcium und enthält nur sehr geringe Mengen Radium. Ich habe vor drei Jahren gezeigt, dass eine Anreicherung des Radiums sehr leicht durch fraktionierte Krystallisation der Bromide erfolgt, und dass das Baryum vollkommen auf diese Weise vom Radium befreit werden kann. Eine Reindarstellung des Radiumsalzes konnte nur wegen Materialmangel nicht ausgeführt werden. Jetzt steht mir relativ reichlich Substanz zur Verfügung, sodass zunächst ca. $^1/_2$ g reines Radiumbromid hergestellt werden konnte.

Dasselbe zeigt wasserhaltig bereits eine starke Eigenphosphoreszenz, die nach dem Entwässern sich geradezu prachtvoll gestaltet. Das Phosphoreszenzlicht ist, wie bei meinen älteren unreinen Präparaten bläulich und weist ein kontinuierliches Spektrum auf. Die Wirkung des Salzes auf den Leuchtschirm und die photographische Platte ist eine sehr bedeutende und kann mit der einer kleinen Röntgenröhre verglichen werden.

Beim Krystallisieren bemerkt man mit fortschreitender Reinigung, dass sich die Krystalle nach kurzer Zeit schon in der Flüssigkeit gelblich färben, wie das kürzlich auch von Curies am Chlorid beobachtet worden ist. Radiumplatincyanür ist dem Baryumsalz sehr ähnlich, grünlichgelb, aber schon in wenigen Minuten während des Krystallisierens ändert sich die Farbe und es wird dichroitisch. Es tritt in der Umgebung der Krystalle, besonders solange sie noch etwas feucht sind, starker Ozongeruch auf; bei sehr reiner Substanz wirkt auch die Lösung ozonisierend. 10 g eines noch stark baryumhaltigen Salzes in einer geräumigen Flasche aufbewahrt, liess beim Öffnen noch längere Zeit starken Ozongeruch wahrnehmen, der später durch den Geruch nach Brom verdeckt wurde. Diese Bromentbindung findet dann ununter-

brochen statt, ohne dass es mir bisher gelungen ist am Salze eine alkalische Reaktion oder Bildung von Carbonat nachzuweisen.

Wenn die Reinigung so weit gediehen ist, dass Krystalle des reinen Salzes anschiessen, so ist nach 1—2 Tagen deutliche Gasentbindung in Form von Bläschen an denselben zu bemerken, die aufsteigen und auf der Oberfläche einen Schaum bilden. Früher hatte ich schon beobachtet, dass beim Lösen angereicherter, gelagerter Salze Gasbläschen unter eigentümlichem Knistern (ähnlich wie beim Lösen von Ammoniumpersulfat) aufstiegen. Die Natur dieses Gases ist noch nicht festgestellt.

Das beste Erkennungsmittel der fortschreitenden Reinheit des Präparates ist die Färbung der Bunsenflamme. Während die angereicherten Präparate, wie ich solche vielfach für Demonstrationen benutzt habe, in der Bunsenflamme nur die Grünfärbung des Baryums aufweisen und demgemäss im Spektroskop nur die Baryumlinien hervortreten, geht mit zunehmender Reinigung die Flammenfärbung durch ein fahles Grünrot in Karminrot über.

Das Flammenspektrum des Radiums, wie es sich bei der Betrachtung durch ein Taschenspektroskop darbietet, besteht aus zwei hellleuchtenden Banden im Rot, wovon die nach Gelb zu gelegene die hellere, einer intensiven Linie im Blau gegen Grün dicht nach der äussersten Baryumlinie und zwei verwaschenen Linien im Violett. Bei stärkerer Dispersion unter Anwendung zweier Rutherford-Prismen sieht man, dass die innere Bande scharf begrenzt und homogen ist, während die äussere eine dunkle Trennungslinie, eine helle Linie und Serien aufweist. Die glänzende Linie im Blau ist wahrscheinlich identisch mit der Linie λ 4826,3 die zwei violetten mit 4683,2 und 4340,8 des Funkenspektrums von Demarçay. λ 3814,7 und λ 3646,9 sind wohl wegen der Absorption im Prismenkörper nicht sichtbar. Genaueres wird die demnächst erfolgende Bestimmung der Linien ergeben. Die Baryumlinien sind mit dem Taschenspektroskop kaum erkennbar. Die Gegenwart von Strontium und Calcium in spektroskopisch hervortretenden Mengen ist schon aus chemischen Gründen ausgeschlossen, in Übereinstimmung mit dem spektroskopischem Vergleich. Auffällig bleibt nur, dass Demarçay die starken Banden im Rot nicht beobachtet hat, was ich mir vorläufig nur dadurch erklären kann, dass das Funkenspektrum des Radiums vom Flammenspektrum verschieden sein wird.

Die Intensität des Spektrums des Radiums ist eine derartige, dass wenn man die Bunsenflamme durch eine Perle Baryumbromid färbt und dann gleichzeitig eine Spur Radiumbromid hineinbringt, das Baryumspektrum besonders im Rot ganz übertönt wird. Das Radium ist also auch mit Hilfe der Bunsenflamme zu den spektroskopisch leicht erkennbaren Elementen zu zählen, wie es Demarçay schon für das Funkenspektrum ausgesprochen hat. —

Anm. Kleine Mengen reinen Radiumbromids können von der „Chininfabrik Braunschweig, Buchler & Co." käuflich bezogen werden.

(Eingegangen 9. September 1902)

MARINE BIOLOGICAL LABORATORY WOODS HOLE LIBRARY MASS.

REFERATE.

Elektrotechnik.

Besorgt von Prof. Dr. H. Th. Simon.

Das Janus-System.

Das Problem der telephonischen Nebenstellen steht gegenwärtig in der praktischen Telephonie im Vordergrund des Interesses. Während man sich auf der einen Seite bemüht, automatisch wirkende Apparate zu konstruieren, mit deren Hilfe vom Amt aus jede beliebige von vielen in eine einzige Leitung eingeschalteten Stationen allein aufgerufen werden kann, liegt in dem „Janussystem" eine Vervollkommnung solcher Nebenstellenbetriebe vor, bei denen kein Interesse besteht, die Mitwirkung einer bedienenden Person zu beseitigen. Dies ist immer dann der Fall, wenn ein grosses privates Telephonnetz (z. B. einer Fabrik oder Bank) mit einer verkehrsreichen Umschaltestelle vorhanden ist, welches durch eine oder mehrere Leitungen an das staatliche Fernsprechamt angeschlossen werden soll. Bisher war es in solchen Fällen notwendig, dass bei jedem Teilnehmer, ausser dem privaten Sprechapparat, noch eine besondere Poststation installiert wurde, die von dem Privatnetz gänzlich unabhängig war. Auch musste der Verkehr zwischen diesen Teilnehmern und dem staatlichen Amt an besonderen, getrennt aufgestellten Schränken der privaten Umschaltestelle vermittelt werden. Denn der Staat musste verhindern, dass Teilnehmer des Privatnetzes unbefugterweise an die Postleitung angeschlossen werden, da an jede Postleitung im

Maximum nur fünf Sprechstellen angeschlossen werden dürfen.

Durch das Janus-System werden die erwähnten beiden Übelstände beseitigt. Der Sprechapparat eines zur Benutzung der Postleitung berechtigten Teilnehmers wird an einen fest eingebauten Umschalter, geführt, der dem Teilnehmer bequem zur Hand ist, und gestattet, das Sprechsystem ausschliessenderweise entweder an die staatliche oder an die private Leitung zu legen, die beide zu dem privaten Vermittelungsamt führen. So braucht jeder Teilnehmer nur einen Sprechapparat, der sowohl nach aussen (Post) wie nach innen (Privatnetz) gerichtet werden kann.

In dem privaten Vermittelungsamt wird die vom Staatsamt her einmündende Postleitung durch eine Reihe ähnlicher, fest eingebauter Schalter geführt, durch welche die Postleitung mit den zu den einzelnen anschlussberechtigten

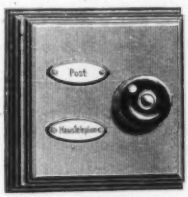

Fig. 1.

Teilnehmern führenden Staatsleitungen verbunden werden kann. Läuft ein Anruf von der Post her ein, so bringt der private Umschaltebeamte den Janusschalter des gewünschten berechtigten Teilnehmers in Arbeitsstellung und verständigt den letzteren, dass er seinen eigenen Janusschalter ebenfalls auf „Post" stelle. Alsdann ist die Verbindung vom postalischen Amt durch das private Amt hindurch zum berechtigten Teilnehmer nur durch feste Umschalter hergestellt, nicht aber durch bewegliche Schnurorgane, wie sie sonst auf den Umschaltestellen gebräuchlich sind. Darin liegt die Sicherheit, dass kein unberechtigter Teilnehmer des Privatnetzes mit der Staatsleitung verbunden werden kann, es sei denn, dass ein gewaltsamer Eingriff in die Janusschalter gemacht wird (was natürlich bei Revisionen als betrügerische Manipulation entdeckt werden kann), während sich bei beweglichen Schaltern, wie Klinken und Schnüren, der Nachweis unbefugter Benutzung nicht führen lässt.

Infolgedessen können nun die Janusschalter ohne Bedenken an den privaten Umschalteschränken selbst angebracht werden.

Mit der Zahl der Postleitungen zwischen Staatsamt und Privatnetz wächst die Zahl der

Fig. 2.

Janusschalter ausserordentlich. Da für jede Leitung fünf Teilnehmer anschlussberechtigt sind, so müssen beispielsweise in einer grossen Bank, die über 12 Postleitungen und somit 60 anschlussberechtigte Sprechstellen verfügt, $12 \times 60 = 720$ Janusschalter vorhanden sein. Die einzelnen Schalter werden dann entweder in grosse Kurbelschalter mit je 60 Einzelschaltern zusammengefasst oder die Janusschalter werden nach Art der Klinken in übersichtlichen Horizontal- und Vertikalreihen angeordnet. Alsdann ist aber auch jeder berechtigte Teilnehmer befähigt, jede der 12 Postleitungen zu benutzen, und es wird dann äusserst selten vorkommen, dass überhaupt keine Leitung zur Verfügung steht. Wie dieses System bereits für ganz kleine Geschäftsbetriebe, die mit Linienwählern arbeiten, anwendbar ist, so richtet man auch sehr grosse Privatnetze von einigen Hundert Teilnehmern, die untereinander auf Vielfachumschaltern verbunden werden, für den Janusbetrieb ein; als-

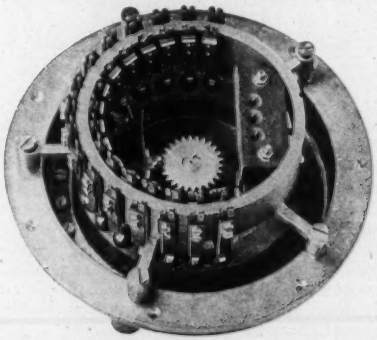

Fig. 3.

dann fällt dem Janusschalter noch die Aufgabe zu, sobald er in Arbeitslage gebracht wird, auf allen Arbeitsplätzen des Privatamtes die betr. Teilnehmerleitung als besetzt zu kennzeichnen. Dies geschieht dadurch, dass ein besonderer Arm des Janusschalters ein Potential von 12 Volt an die Klinkenhülsenleitung des Teilnehmers legt. Die Beamten in einem solchen Privatamt prüfen jede Leitung auf Besetztsein durch Anlegen der Stöpselspitze an die Klinkenhülse, in derselben Weise wie es in den staatlichen Vielfachämtern geschieht.

Einige Januskonstruktionen der A.-G. Mix & Genest sind nebenstehend dargestellt. Fig. 1 zeigt den am Schreibtisch eines Teilnehmers anzubringenden Janusknopf, durch den man momentan sein Telephon von dem Privatnetz weg und auf das Staatsnetz hinüberschalten kann. Fig. 2 und 3 zeigen einen Janushebel-

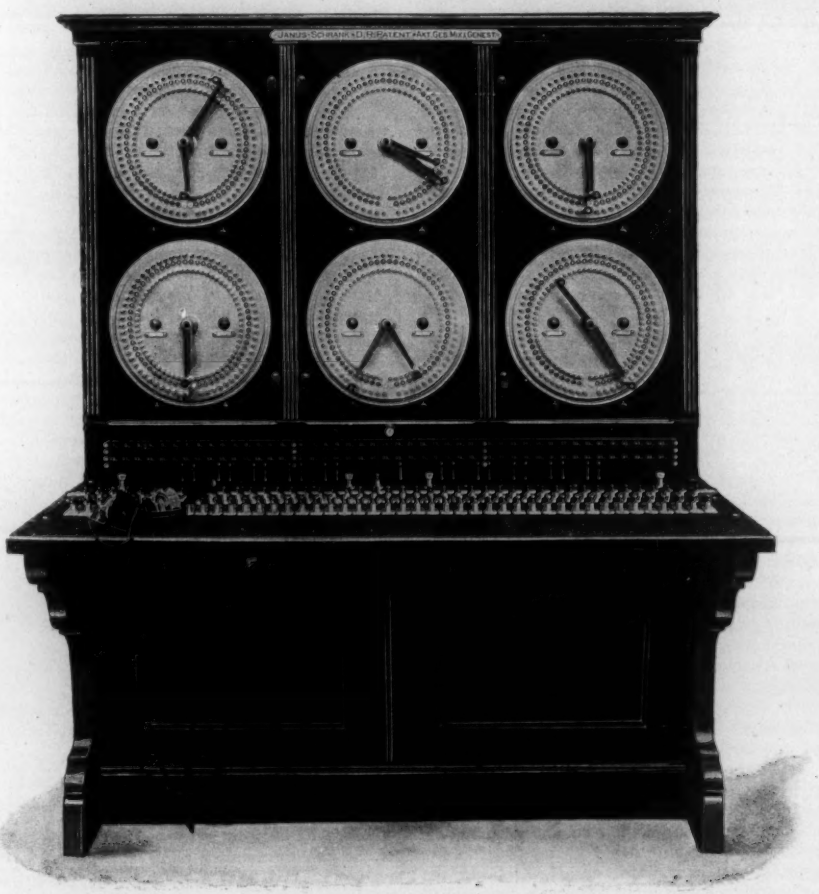

Fig. 4.

schalter für 15 Teilnehmer (die mit 3 Postleitungen verbunden werden können), wie er an den Schränken des Privatamtes angebracht wird. Die Kurbel wird auf einen bestimmten Knopf gestellt und dann durch Niederdrücken des Kurbelgriffs eine Sperrtaste bethätigt. Auf der Rückansicht Fig. 3 erkennt man diese

einzelnen Sperrtasten, welche nach Art von Fernsprechklinken aus einer Anzahl von Blattfedern zusammengesetzt sind.

Fig. 4 stellt einen Janusschrank für 12 Postleitungen (60 berechtigte Teilnehmer, 720 Janusschalter) dar. Jede Kurbel entspricht einer Leitung und es können damit je 60 Schalter bestrichen werden. Ausserdem sind an diesen Schrank noch 30 nicht zum Postanschluss berechtigte Teilnehmer angeschlossen. Die 90 Teilnehmer werden also untereinander durch Stöpsel, Schnurpaare und Klinken verbunden; die 60 berechtigten aber mit der Post nur durch die festen, jedem Eingriff entzogenen Janusschalter.

L. Rellstab.

(Eingegangen 31. Juli 1902.)

BESPRECHUNGEN.

J. Williard Gibbs, Elementary Principles in Statistical Mechanics, developed with especial reference to the rational foundation of Thermodynamics (Elementare Prinzipien der statistischen Mechanik, mit besonderer Rücksicht auf die rationelle Begründung der Thermodynamik entwickelt). gr. 8. 207 S. New York, Ch. Scribner's sons; London, Edward Arnold. 1902. £ — 17/net.

Die Anregung zur Ausbildung einer „statistischen Mechanik" ist von der Gastheorie ausgegangen. Bei der Berechnung der freien Weglänge, bei der Aufstellung der Zustandsgleichung hat man die Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung angewandt. Dabei ergab es sich, dass die Gültigkeit gewisser Resultate, z. B. des Maxwellschen Gesetzes der Geschwindigkeitsverteilung, bis zu einem gewissen Grade von den über die Molekularkräfte gemachten Annahmen unabhängig war; es entstand der Wunsch, die allgemeinen Konsequenzen aus den Prinzipien der Mechanik und Statistik zu ziehen, ohne von vornherein spezielle Hypothesen über die Moleküle in die Betrachtung einzuführen. Jenen allgemeinen Sätzen der statistischen Mechanik widmet Boltzmann einen Abschnitt seiner Gastheorie (Bd. II, Abschnitt 3); da aber in dem Boltzmannschen Werke die Tendenz vorherrscht, anschaulich die molekularen Vorgänge zu verfolgen, so treten dort jene allgemeinen Methoden in den Hintergrund.

Gibbs hingegen stellt sich in dem vorliegenden Buche die Aufgabe, die allgemeinen Prinzipien der statistischen Mechanik zu entwickeln und die Analogien zu untersuchen, die zwischen ihnen und den Sätzen der Thermodynamik bestehen. Auf spezielle Probleme der Gastheorie geht er nicht ein. Die Darstellung ist sehr abstrakt, und es ist nicht leicht, die Schätze zu heben, die in dem Werke enthalten sind. Wir müssen uns damit begnügen, einige der wichtigsten Resultate hervorzuheben.

Die momentane Konfiguration und Geschwindigkeit eines mechanischen Systems von n-Freiheitsgraden sei bestimmt durch $2n$ Grössen, nämlich durch die (verallgemeinerten) Koordinaten $q_1 \cdots q_n$, und die (verallgemeinerten) Momente oder Impulskomponenten $p_1 \cdots p_n$. Diese $2n$ Grössen bestimmen dann die „Phase", in der das System sich gerade befindet; fasst man dieselben als Koordinaten in einem $2n$-dimensionalen Raume, dem „Phasenraume", auf, so wird die jeweilige Phase des Systems durch einen Punkt im Phasenraume repräsentiert. Bei den Problemen der statistischen Mechanik nun setzt man zwar die mechanische Natur des Systems, d. h. die Abhängigkeit der kinetischen und der potentiellen Energie von den Koordinaten und Momenten, als bekannt voraus, über die Phase des Systems aber weiss man nichts. Man ist darauf angewiesen, alle möglichen Phasen gemeinsam zu betrachten; das geschieht in der Weise, dass eine Menge (ensemble) von Systemen der gleichen Natur betrachtet wird, die über den Phasenraum in stetiger Weise verteilt sind. Entfällt dabei auf ein Gebiet des Phasenraumes, dessen Ausdehnung durch das $2n$-fache Integral

$$\int \cdots \int_{G(2n)} dp_1 \cdots dq_n$$

gemessen wird, die Zahl von Systemen:

$$\int \cdots \int_{G(2n)} D\, dp_1 \cdots dq_n,$$

so nennt man D die „Dichte" der Verteilung, und den Quotienten aus Dichte und Gesamtzahl (N) der Individuen der Menge

$$P = \frac{D}{N}$$

den „Wahrscheinlichkeitskoeffizienten" (coefficient of probability); dieser letztere besitzt einen bestimmten Wert auch dann, wenn man die Gesamtzahl N der Systeme unbegrenzt wachsen lässt. Wie aber der Wert von P von den Variabeln $(p, \cdots q)$ abhängt, darüber sagt die Wahrscheinlichkeitsrechnung nichts aus. Man kann für den Wahrscheinlichkeitskoeffizienten P eine beliebige stetige Funktion des Ortes im Phasenraume setzen. Ist aber für einen gegebenen Zeitpunkt die Verteilung der Systemmenge im Phasenraume, und dadurch der Koeffizient P gegeben, so folgt aus den Grundgleichungen der Dynamik eindeutig die zeit-

liche Änderung der Verteilung. Denn jene Grundgleichungen, die man hier in der Hamiltonschen kanonischen Form zu verwenden pflegt, bestimmen die zeitlichen Änderungen, welche die Koordinaten und Momente erfahren. Sie ergeben, dass die Ausdehnung eines Gebietes, dessen Begrenzung sich entsprechend den Gesetzen der Dynamik bewegt, invariant ist (Satz von Lionville). Da ein derartig bewegtes Gebiet stets dieselben Systeme einschliesst, so folgt die Invarianz der Phasendichte D und des Wahrscheinlichkeitskoeffizienten P für ein, den Gesetzen der Dynamik gemäss, im Phasenraume sich bewegendes Elementargebiet.

Wenngleich jedes System der Menge sich im Phasenraume bewegt, so sind dennoch Verteilungen möglich, die „statistischem Gleichgewichte" entsprechen. Statistisches Gleichgewicht ist dann vorhanden, wenn in jedes im Phasenraume festes Elementargebiet stets ebensoviele Systeme eintreten, wie austreten. Solche stationären Verteilungen sind es, in denen wir die mechanische Analogie des Wärmegleichgewichts zu suchen haben. Die statistische Mechanik ergiebt für den Wahrscheinlichkeitskoeffizienten P eine ganz bestimmte, das statistische Gleichgewicht charakterisierende Bedingung. Durch dieselbe wird indessen P noch keineswegs eindeutig als Funktion des Ortes im Phasenraume bestimmt. Gibbs greift nun eine ganz bestimmte stationäre Verteilung der Systemmenge heraus, welche er die „kanonische" nennt. Ist ε die Energie des Systems, so ist für die kanonische Verteilung:

$$P = e^{\frac{\psi - \varepsilon}{\Theta}},$$

der Wahrscheinlichkeitskoeffizient,

$$\eta = ln\, P = \frac{\psi - \varepsilon}{\Theta}$$

der „Wahrscheinlichkeitsexponent" (index of probability). Die kanonische Verteilung hängt ab von der Konstante Θ, welche der „Modul" der Verteilung genannt wird, und von gewissen, in den Ausdruck der Energie ε eingehenden Parametern $(a_1, a_2 \cdots)$. Durch diese Grössen ist das ψ bestimmt; es ist nämlich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das System sich überhaupt im Phasenraume befindet, gleich 1, mithin

$$e^{-\frac{\psi}{\Theta}} = \int_{phases}^{all} \cdots \int e^{-\frac{\varepsilon}{\Theta}}\, dp_1 \cdots dq_n.$$

Es sind die Mittelwerte der Energie ε und des Exponenten η, genommen für den ganzen Phasenraum:

$$\bar{\varepsilon} = \int_{phases}^{all} \cdots \int \varepsilon \cdot e^{\frac{\psi - \varepsilon}{\Theta}}\, dp_1 \cdots dq_n$$

$$\bar{\eta} = \int_{phases}^{all} \cdots \int \left(\frac{\psi - \varepsilon}{\Theta}\right) \cdot e^{\frac{\psi - \varepsilon}{\Theta}}\, dp_1 \cdots dq_n.$$

Gibbs bemüht sich nun, nachzuweisen, dass die letztgenannten Grössen in gewisser Weise den aus der Thermodynamik bekannten entsprechen; die kanonische Verteilung soll dem Wärmegleichgewicht entsprechen, der Modul Θ der Temperatur, der Mittelwert der Energie $(\bar{\varepsilon})$ der inneren Energie, der negative Mittelwert des Exponenten $(-\bar{\eta})$ der Entropie, endlich ψ der freien Energie. Die Analogie mag an drei besonders charakteristischen Sätzen erläutert werden. Erstens: zwei kanonisch verteilte Mengen von demselben Modul ergeben, kombiniert, wieder eine kanonisch verteilte Menge von dem gleichen Modul. Zweitens: ändert man den Modul der kanonischen Verteilung, und gleichzeitig die äusseren Koordinaten $a_1, a_2 \cdots$, so gilt

$$d\bar{\varepsilon} = -\Theta\, d\bar{\eta} - \bar{A}_1\, da_1 - \bar{A}_2\, da_2 - \text{etc.},$$

wo $\bar{A}_1$, $\bar{A}_2$ die Mittelwerte der auf die Koordinaten a_1, a_2 einwirkenden Kräfte sind. Entspricht die kanonische Verteilung dem Wärmegleichgewicht, so entspricht eine Folge von kanonischen Verteilungen einem reversiblen Prozess, mithin der zweite Satz der Definitionsgleichung der Entropie. Drittens endlich gilt der Satz: unter allen Verteilungen einer Menge von Systemen, von der gleichen mittleren Energie $\bar{\varepsilon}$, besitzt die kanonische Verteilung den kleinsten Wert des mittleren Exponenten η $(\eta = ln\, P)$. Diese letztgenannte Eigenschaft der kanonischen Verteilung entspricht der Eigenschaft des Wärmegleichgewichts, die Entropie, bei gegebener Energie, zu einem Maximum zu machen.

In der Definition der kanonischen Verteilung sind enthalten: das Maxwellsche Gesetz der Geschwindigkeitsverteilung; die Relationen, welche die Temperatur mit der mittleren kinetischen Energie verknüpfen; ferner, insofern als in ε die potentielle Energie der äusseren und inneren Kräfte eingeht, die Ärostatik und die für die Aufstellung der Zustandsgleichungen fundamentalen Wahrscheinlichkeitssätze. Stützt man sich auf die für die kanonische Verteilung geltenden Beziehungen, so ist man sicher, niemals in Widerspruch mit der Thermodynamik zu geraten. Auch ist die Temperatur kinetisch definiert für einen beliebigen Körper, sei es ein Gas, eine Flüssigkeit, oder ein fester Körper; gelten doch jene Sätze für ein beliebiges mechanisches System mit einer endlichen Zahl von Freiheitsgraden. Um die kinetisch definierte Temperatur Θ mit der thermodynamisch definierten zu vergleichen, muss man allerdings auf die idealen Gase rekurrieren; es ergiebt sich eine, von der Loschmidtschen Zahl abhän-

gige Proportionalität. Diese aus den Gesetzen der idealen Gase abgeleitete Beziehung zwischen der absoluten Temperatur und dem Modul der kanonischen Verteilung ist ohne weiteres auf ganz beliebige Körper zu übertragen.

In der Definition der kanonischen Verteilung liegt eine gewisse Willkür; es giebt, wie Gibbs zeigt, andere Verteilungen, die sich gleichfalls im statistischen Gleichgewichte befinden, und auch gewisse Analogien zum Wärmegleichgewichte darbieten. Unter diesen besitzt diejenige Verteilung ein besonderes Interesse, die von Gibbs „mikrokanonische Verteilung" genannt wird; dieselbe ist mit der „ergodischen" Verteilung Boltzmanns identisch. Hier hat die Energie eines Systems der Menge einen vorgegebenen Wert, während bei der kanonischen Verteilung die Energie für verschiedene Systeme der Menge verschiedene Werte annehmen konnte. Die mikrokanonische Verteilung giebt ein mechanisches Bild des thermodynamischen Gleichgewichts, welches ein in eine adiathermane Hülle gebrachter Körper annimmt; die kanonische Verteilung hingegen entspricht einem Körper, der in einen Thermostaten gebracht ist; die Energie des letzteren wird fortwährend um ihren Mittelwert schwanken, da Energieaustausch der Moleküle des Körpers und derjenigen des Wärmereservoirs stattfindet. Dass diese Schwankungen in praxi nicht zu berücksichtigen sind, dass man die innere Energie eines Körpers der oben definierten mittleren Energie ε gleich setzen darf, ist auf die enorm grosse Zahl der Freiheitsgrade der hier betrachteten Systeme zurückzuführen.

Ein Kapitel seines Werkes widmet der Autor den prinzipiellen Einwänden, die in den letzten Jahren gegen die mechanische Deutung irreversibler Prozesse erhoben sind, und die sich gerade auf die Sätze der statistischen Mechanik stützten. Indem er die Tendenz zum Wärmegleichgewicht an einer hydrodynamischen Analogie veranschaulicht, macht er es wahrscheinlich, dass jene anscheinenden Widersprüche bei einer sachgemässen Formulierung verschwinden. Das wesentliche Resultat des Werkes ist allerdings zu sehen in der mechanischen Begründung der auf das Wärmegleichgewicht und auf reversible Prozesse bezüglichen Sätze der Thermodynamik. M. Abraham.

(Eingegangen am 15. Juli 1902.)

A. Gleichen, Lehrbuch der geometrischen Optik. (A. u. d. T.: Teubner's Sammlung von Lehrbüchern auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften. VIII.) gr. 8. XIV u. 511 S. mit 251 Figuren im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1902. Gebunden M. 20.—

Die mir freundlichst übertragene Besprechung dieses Werkes bietet mir umsomehr Interesse, als ich vor zwei Jahren nahe daran war, eine Bearbeitung des gleichen Themas zu veröffentlichen. Der Umstand jedoch, dass meine Theorie des achsennahen Strahlenganges durch beliebig dicke Linsen mit beliebigen Abständen zur Zeit im Institut Steinheil auf ihre praktische Verwertbarkeit geprüft wird, trug wesentlich zu einer Verschiebung auf spätere Zeit bei; ich bin diese Erklärung nach verschiedenen Seiten schuldig. Nun liegt das Werk des Verfassers vor und ich kann dasselbe nur als ein sehr verdienstliches bezeichnen. Bewundernswert ist der Fleiss, mit dem er eine Fülle teils schwer verständlichen, teils schwer zugänglichen Materials zur Verwertung brachte — ich nenne in letzter Hinsicht die Tabellen, vollständigen Durchrechnungen, Konstruktionsangaben von den Firmen selbst oder aus deren Patentschriften. — Zudem ist das Werk leicht lesbar, während z. B. die berühmte Bearbeitung von Czapski für manchen ein Buch mit sieben Siegeln bleiben wird. Kurz gesagt, es stellt eines der wenigen wirklich praktischen theoretischen Lehrbücher vor, und selbst der Fachmann wird aus ihm eine Reihe interessanter Dinge schöpfen. Unbeschadet dieses Urteils wird man freilich in einer Anzahl von Punkten anderer Meinung sein können, und ich werde mir erlauben, an Stichproben eine wissenschaftliche Auseinandersetzung zu knüpfen. Zuvor will ich jedoch den Inhalt kurz skizzieren: Nach einem einleitenden Kapitel (Grundeigenschaften, Spiegelung und Brechung) folgen Astigmatisches Strahlenbündel, Brechung an einer Ebene, Prismen und Prismensysteme, Spiegelung an Kugeln, Brechung an Kugeln (achsennahe Strahlen), Centriertes System von Kugelflächen (idealer Strahlengang), Linsen, Aberrationen 1. Ordnung, Astigmatismus und Koma, Erweiterung des Abbildungsgebietes, Orthoskopie (idealer und wirklicher Strahlengang), Dispersion, Krümmung der Bilder, Geometrische Strahlung und Photometrie, Auge, Fernrohre (Eigenschaften, Objektiv, Okulare, Geschichte), Lupe und Mikroskop, Photographische Objektive, Spektroskop und Photometer. Im ganzen 20 Kapitel mit reicher, ein Sachregister einigermassen ersetzender Untergliederung. 251 Figuren auf 511 Seiten ausführlichen Textes tragen zum leichten Verständnis bei.

Und nun zum Detail: Die beugungstheoretische Optik schliesst der Verfasser grundsätzlich aus, wiewohl sie auch in der Praxis heutzutage nicht mehr umgangen werden kann.

Wenn er aber Seite IV des Vorworts meint, die physische Bildentstehung sei „wenigstens" für selbstleuchtende Körper bereits gelöst, so halte ich diese bei Fernrohr und Mikroskop auch für beleuchtete Körper in erster Annäherung für gelöst. Die strenge Theorie des Gitter-

spektroskops allein führt bereits in den einfachsten Fällen zu Integralen Besselscher Funktionen mit gebrochenem Index und ist zudem derart mit praktischen Zufälligkeiten (Ritzenprofil, Teilungsfehler) verquickt, dass ein Erfolg fast aussichtslos erscheint. Ungern wird man die Abbildungstheorie von Thiesen vermissen, welcher von der Zeit als Grundprinzip ausgeht. Dafür nähert sich der Verfasser im zweiten Kapitel meinem Standpunkt (welcher die Wellenfläche als Hauptsache ansieht und unmittelbar zur beugungstheoretischen Behandlung überleitet), ohne indessen die Konsequenzen zu ziehen. Übrigens findet ja der Geltungsbereich der Identität „Wellennormale = Lichtstrahl", auf welcher sich gewöhnlich die geometrische Optik aufbaut, bereits am Gebiet der Krystalloptik seine Grenze, indem hier im allgemeinen beide Richtungen nicht mehr zusammenfallen. — Interessant ist mir die Formel für sphärische Aberration (13) S. 115; hätte sie nämlich der Verfasser noch weiter verfolgt, wäre er zu der von mir in der Zeitschr. f. Instrumentenkde. 1901 (Januar) mitgeteilten Formel gekommen. — Der Kreis kleinster Aberration (engster Einschnürung) S. 124 ist ein direkter Beweis für die Notwendigkeit beugungstheoretischer Betrachtung; infolgedessen wird die aus Czapski übernommene Betrachtung von Gauss S. 131 hinfällig; der Verfasser hätte ruhig erwähnen können, dass hier die Beugungstheorie im Gegensatz zur geometrischen Optik steht. — Die Sinusbedingung S. 172 betrifft — den bisherigen Darstellungsweisen folgend — nur den einfachen Fall einer Linse, durch deren optischen Mittelpunkt die abbildenden Hauptstrahlen gehen. Statt dessen habe ich obigem Institut ein allgemeines Theorem mitgeteilt für die Fälle, in welchen komahaltige dünne Strahlenbündel durch einen beliebigen Blendenort gehen, d. h. zum Beispiel für die Zwecke der photographischen Optik. Gleichfalls setzte ich es in Besitz des allgemeinen Theorems für Orthoskopie in algebraischer Form; die S. 184 gegebene Darstellung ist wie alle früheren nur trigonometrisch, d. h. hintennach verwendbar, nicht zum Zweck der Erfindung einer Konstruktion; eine Ausnahme machen so einfache Fälle, wie S. 192. Man kann mithin die bisher bekannten optischen Theoreme auf den Umstand hin prüfen, ob sie zur Erfindung neuer Typen brauchbar sind, oder lediglich nach (irgendwie erfolgter) Aufstellung eines Typus zur Erprobung seiner Tauglichkeit bezw. Endkorrektion bei nachgewiesener Tauglichkeit. Hier muss meinen Ideen nach der Fortschritt in der Verbindung von Theorie und Praxis einsetzen. — Die vom Verfasser S. 212 bezweifelte allgemeine Bedingung für stabile Achromasie befindet sich jetzt in unserem Besitz. S. 222 begegne ich wieder dem Verfasser auf gleichem Wege. Auch ich habe anfangs d. J. in der Centralztg. f. Optik u. Mech. darauf aufmerksam gemacht, dass das Petzval-Theorem bisher irrtümlich als für dünne Linsen gültig erachtet wurde. Auch ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass Petzval auf dem S. 221 angegebenen Wege sein Theorem gefunden hat. Nur erschüttert der Verfasser S. 223 wieder den Glauben an dasselbe; denn eine so intensive Strahlenvereinigung an jeder einzelnen Fläche findet eben niemals statt. Das strenge, allgemeine Theorem, welches ich obigem Institut zur Verwertung übergab, verlangt dies übrigens nicht. — Leider unterdrückt der Verfasser ebenso, wie Czapski, S. 229 den Beweis der Formeln für meridionale und sagittale Bildkrümmung; so umständlich finde ich die Ableitung gar nicht; freilich mit den a. a. O. gegebenen Fingerzeigen wusste ich wenig anzufangen; ich habe es thatsächlich leichter gefunden, alle Formeln selbst abzuleiten, und habe dies nicht zu bereuen. Wo der Verfasser die gleiche Neigung bekundet, da scheint es mir nur zum Vorteil ausgefallen zu sein. — Das Gleichungssystem S. 231 kann ich nicht gutheissen. Der Verfasser verwendet gegen seine eigene Auffassung (S. 223) das Petzval-Theorem, obwohl der Astigmatismus nicht gehoben ist. — S. 260 vermisse ich die Erörterung der Bedeutung des Sehwinkels bezw. ihrer Beschränkung infolge der Änderung der hinteren Knotenweite mit der Akkommodation. — S. 293 und 314 geht nicht klar hervor, ob die Fraunhofer-Objektive mehr den Objektiven gleichen, welche nach dem Achsensatz (Herschel-Bedingung), oder denen, welche nach dem Sinussatz konstruiert sind. Bisher glaubte ich immer das letztere. — S. 312 vermisse ich das durch beugungstheoretische Betrachtungen als richtig nachgewiesene Scheibner-Prinzip. — Bezüglich der Gauss-Bedingung S. 313 ist deren Nutzlosigkeit beugungstheoretisch gezeigt worden. Über „nachträgliches Anschleifen von sphärischen Zonen" (s. auch S. 334) zur empirischen Verringerung von Fehlerresten haben Steinheil und ich unsere eigene Meinung. Diese Fehlerreste sind nicht rechnerischer, sondern mechanischer Natur. Die vorher schon fehlerhaften Zonen werden nachträglich ausgebessert. — Bei den Formeln von Moser S. 315 vermisse ich die von Charlier; von meinen eigenen will ich nicht weiter reden. — S. 318 ist die Rede von Objektiven mit vermindertem sekundärem Spektrum. Der wahre Einfluss desselben und die Zurückführung der Achromasie höherer Ordnung auf ihren wahren Wert sind jedoch Gegenstände beugungstheoretischer Untersuchung. Auf diesem Gebiet sind viele irrige und übertriebene Ansichten verbreitet. — S. 342: Die „monocentrischen Okulare" stammen aus dem

Institut Steinheil (nicht Zeiss) und heissen so, weil sämtliche Flächen nur ein Krümmungscentrum haben. — Der Abriss über Spiegelteleskope S. 348 ist sehr spärlich ausgefallen. Ich vermisse z. B. den durch das Glas wirkenden Spiegel von Mangin sowie die von Hugo Schröder gemachte Bemerkung, dass die Kombination von Gregory eine Verminderung des Sinusfehlers herbeiführt. — Beim akkommodationslosen Sehen S. 362 ist b (nicht a) $= \infty$; es würde sich ergeben $N = l/f = \infty$. — S. 364: Zum erstenmal finde ich die richtige (strenge) Formel für die Vergrösserung der Lupe; Czapski und mit ihm Classen geben sie wohl auch, ersetzen sie aber gleich wieder durch eine um nichts einfachere, nur angenäherte Formel. Eine überraschend kurze und einfache Ableitung gebe ich zur Zeit in der Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie 19, 32, 1902). Leider wendet der Verfasser diese strenge Formel nicht auf Fernrohr sowie Mikroskop an; es ist fast unbekannt, dass deren Vergrösserung sich, streng genommen, mit dem Orte des Auges ändert. — S. 372 vermisse ich die Kontroverse Abbe-Thiesen bezüglich der aplanatischen und orthoskopischen Punkte, welche auf einem Missverständnis beruht. — Die Helligkeit der mikroskopischen Bilder S. 374 ist nur dann dem Quadrat der Apertur proportional, wenn die Apertur gleichmässig lichterfüllt ist. — Bezüglich der Sehtiefe S. 375 habe ich nachgewiesen, dass sie ein beugungstheoretischer Begriff ist. Wenn im mikroskopischen Präparat mehrere Schichten übereinander liegen oder das Bild selbst aus mehreren Schichten gegensätzlichen Charakters besteht, dann fangen die Schwierigkeiten der geometrischen Optik an. — S. 391: Auch bei Mikroskopobjektiven ist nachgewiesenermassen der Wert der Gauss-Bedingung ein mehr oder weniger beschränkter. — Die Konstruktionsidee der Apochromate S. 392 ist nicht genügend dargelegt; hier wurde auch der Verfasser von den Firmen im Stich gelassen. Die 12 bis 15-malige Übervergrösserung S. 393 wurde von Czapski selbst auf 7 bis 9mal eingeschränkt. Auch hier ergeben meine Studien, dass in der Praxis manches anders ist als in der Theorie. — Wenn der Verfasser S. 416 meint, es gebe „im allgemeinen keine Methode mehr, auf analytischem Wege brauchbare Radien für eine Kombination zu ermitteln" (es handelt sich um photographische Systeme), so ist dies zur Zeit glücklicherweise bereits anders; freilich zur Endkorrektion für grosses Gesichtsfeld bleibt die trigonometrische Durchrechnung unentbehrlich. — Bei der Erwähnung der Hartingschen Formeln zur Berechnung von Aplanathälften S. 473 vermisse ich die Formeln desselben über die meridionale und sagittale Bildkrümmung und deren Zusammenhang mit den Aberrationen. Bezüglich dieser Formeln erlaube ich mir zu bemerken, dass sie meines Erachtens nicht völlig richtig sind. — Bezüglich der Rudolphschen Sätze S. 482 bezweifle ich, ob sie den Kern des Problems erreichen; die v. Hoeghsche Betrachtungsweise ist mir mehr sympathisch. — Ich kann mich den Anschauungen des Verfassers über das Petzval-Theorem S. 485 nicht anschliessen, weder bezüglich des Blendenortes, noch bezüglich der Aberrationen S. 486. — Die Helligkeit eines Sternes, S. 507 und 277, ist nur dann der Fläche der Öffnung proportional, wenn die Vergrösserung des Fernrohrs im gleichen Verhältnis sich ändert, d. h. die Austrittspupille unverändert bleibt.

Ich bin am Ende meiner Auslese. Meinungsverschiedenheiten werden auf einem so schwierigen und grossen Gebiet sobald nicht verschwinden. Den Eindruck vermögen sie gleichwohl nicht zu verwischen, dass das Werk von Gleichen neben den Standwerken eines Czapski sowie Steinheil und Voit ein nützliches Glied in der Kette der praktisch verwertbaren Lehrbücher zu bilden vermag, wovon ich nur wünschen kann, dass sich der hier um Rat fragende Leser (deren es nach meinen persönlichen Erfahrungen nicht zu wenig geben dürfte) selbst überzeugen möge. Karl Strehl.

(Eingegangen 2. Juli 1902.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Dem Ingenieurassistenten für Ingenieurwesen an der Technischen Hochschule Karlsruhe, Liz. der Mathematik K. J. Kriemler, wurde unter Zurückziehung des Lehrauftrages für technische Mechanik ein Lehrauftrag für Konstruktionsübungen in den Elementen des Ingenieurwesens nebst zugehörigem Vortrag, sowie zur Abhaltung des Vortrages über Mechanik für Architekten erteilt.

An Stelle des im Juli in den Ruhestand getretenen Geheimrats Professors Dr. Winkler an der Bergakademie zu Freiberg i. S. wurde die erledigte Professur der Chemie, sowie die Leitung des Chemischen Instituts dem ausserordentl. Professor, ersten Assistenten an diesem Institut, Dr. phil. O. Brunck übertragen.

Dr. A. Prey ist als Privatdozent für Astronomie und Geodäsie an der philosophischen Falkultät der Universität Wien, der Assistent J. Hanus als Privatdozent an der böhmischen technischen Hochschule in Prag zugelassen worden.

Professor W. Wien in Würzburg erhielt einen Ruf als ordentlicher Professor der theoretischen Physik an die Universität Leipzig, an die Stelle Prof. Boltzmanns.

Professor E. Meyer von der Technischen Hochschule zu Charlottenburg ist von der philosophischen Fakultät der Universität Göttingen zum Ehrendoktor ernannt worden.

Privatdozent Dr. A. Coehn erhielt den Professorentitel.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1902/03.

Technische Hochschule Aachen.

Wüllner: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Magnetismus und Elektrizität, 6; Physik in mathematischer und experimenteller Behandlungsweise: Die Lehre von den schwingenden Bewegungen, 3; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Wien), tägl. — **M. Wien**: Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalische Technik, als Einleitung

zu den Übungen im physikalischen Laboratorium, 2; Experimentalphysik enzyklopädischer Kursus: Mechanik, Elektrizität, Magnetismus, 2. — **Hamacher**: Praktische Telegraphie und Fernsprechwesen, 2. — **Polis**: Meteorologie I: Allgemeine Meteorologie, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie für Studierende des Wasserbau-Ingenieurfaches I, 1; Meteorologische Technik, 1; Übungen im meteorologischen Observatorium, — **Grotrian**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 5; Theoretische Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum, — **Rasch**: Elektrische Bahnen, 2; Entwerfen dynamoelektrischer Maschinen und Transformatoren, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Herrmann**: Mechanische Technologie I, 3; Fabrikanlagen und Arbeitsmaschinen, 2, Zeichnen, 2. — **Weber**: Mechanische Technologie II, 4. — **Junkers**: Arbeiten im maschinen-technischen Laboratorium I, 1, II, 1. — **Köchy**: Lokomotivbau II, 2; Eisenbahn-Maschinenbau, 2, Zeichnen, 1; Maschinenelemente, 4, Übungen, 5. — **Lüders**: Maschinenkunde I, 3, II, 6, Entwerfen, 5. — **Obergethmann**: Maschinenbau, 6, Übungen, 6; Maschinenkonstruieren, 6. — **Pinzger**: Theoretische Maschinenlehre II, 6; Kinematik, 2. — **Lutz**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 2; Maschinenskizzieren, Übungen, 2; Kleinkraftmaschinen, 2; Enzyklopädische Maschinenlehre, 4, Übungen, 2; Heizung und Lüftung der Gebäude, 2. —

Bredt: Chemie des Benzols und des Pyridins, 3; Organisches Praktikum (mit Levy). — **Classen**: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 6; Massanalyse, 1; Experimentalchemie, für Architekten, Bau- und Maschineningenieure, 2; Anorganisches Praktikum (mit Clören, Fischer, Houben und Trenzen); Elektrochemisches Praktikum (mit Verwer). — **N. N.**: Entwerfen von chemischen Fabrikanlagen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Hodes und Strutz). — **Rau**: Technische Chemie, 4; Wärmetechnisches Praktikum, 2. — **Danneel**: Physikalische Chemie, 2; Grundlagen der physikalischen Chemie, 1. —

Jürgens: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Kaufmännisches Rechnen, 2, Übgn.; Versicherungsmathematik, 2, Übungen. — **Kötter**: Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Graphische Statik, 3, Zeichnen, 2. — **v. Mangoldt**: Höhere Mathematik I: Differentialrechnung und analytische Geometrie der Ebene, 8; Mathematische Einleitung in die Maxwellsche Elektrizitätstheorie, 2. — **Sommerfeld**: Mechanik I, 4, Übungen, 1, II, 3, Übgn., 1; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Mechanik, für Vorgeschrittenere, 2 *g*. — **Haussmann**: Markscheiden und Feldmessen, 4; Markscheiderische Zeichen- und Rechenübgn., 2; Übungen im Markscheiden und Feldmessen, 1 Nachmittag; Enzyklopädie der Markscheidekunde, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Markscheidekunde, 1; Instrumentenkunde, 2; Sphärische Trigonometrie, 1; Trigonometrische Übungen, 2. — **N. N.**: Praktische Geometrie I, 3, II, 2; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen und Geodätisches Praktikum II, 4; Ausgewählte Kapitel der Geodäsie, 1 *g*; Eisenbahn-Tracieren, 2, Übungen. —

Universität Basel.

Hagenbach-Bischoff: Experimentalphysik II: Lehre des Lichtes, der Wärme und der Elektrizität, 6; Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1 *g*. — **VonderMühll**: Analytische Mechanik, mit Übungen, 4; Über ein zu bestimmendes Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. — **Veillon**: Interferenzerscheinungen des unpolarisierten Lichtes, 2 *g*. —

Piccard: Repetitorium der organischen und unorganischen Chemie, 2 *g*. — **Nietzki**: Organisches Vollpraktikum (mit Rupe), tägl.; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 3; Chemisches Kränzchen (mit Rupe), 1 *g*. — **Kahlbaum**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen physikalischen Chemie, $1^1/_2$; Kolloquium über theoretische Chemie, 3 *g*.; Physikalisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, mit Übungen, 4; Technisch-analytisches Praktikum, tägl. — **Rupe**: Die Methoden der organischen Synthese, 2 *g*. — **Fichter**: Einführung in die Elektrochemie, 1 *g*.; Organisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*. —

Kinkelin: Analytische Geometrie der Ebene, 3; Differential- und Integralrechnung I, 3; Differentialgleichungen, 3; Mathematische Übungen im Seminar, 1. — **Riggenbach**: Sphärische Trigonometrie und Einleitung in die sphärische Astronomie, 3; Astronomische Übungen, 2. —

Universität Berlin.

E. Warburg: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5, mathematische Ergänzungen, 1 *g*.; Praktische Übungen und Arbeiten im physikalischen Laboratorium, a) für Geübtere, tägl., b) für Anfänger (mit Blasius), 7, c) für Pharmazeuten (mit Starke), $3^1/_2$. — **Aschkinass**: Elemente der höheren Mathematik mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung in den Naturwissenschaften, 2. — **Fock**: Einleitung in die Chemie und Physik, 1; Elemente der Krystallphysik, 1. — **Weinstein**: Allgemeine Physik, 3; Wärme, Elektrizität und Magnetismus der Erde, 1 *g*. — **Krigar-Menzel**: Theoretische Physik III: Elektrizität und Magnetismus, 4, Übungen, 1 *g*. — **Planck**: Theorie der Wärme, einschliesslich Thermochemie, 3; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Neesen**: Geometrische Optik mit Berücksichtigung der photographischen Objektive, 1 *g*. — **Martens**: Theorie und Anwendung optischer Instrumente, mit Demonstrationen, 1 *g*. — **Pringsheim**: Interferenz und Polarisation des Lichtes (experimentell), $1^1/_2$ *g*. — **Lummer**: Grundlage der Spektralanalyse und Grenzen ihrer Anwendbarkeit, mit Experimenten, $1^1/_2$ *g*. — **Starke**: Elektrische Wellen (experimentell), 1. — **v. Wesendonk**: Über elektrische Wellen, 1 *g*. — **Raps**: Die neuesten Anwendungen der Elektrizität (Schnelltelegraphie, Telegraphie ohne Draht, Röntgenstrahlen), mit Demonstrationen, 1. — **E. Meyer**: Einführung in die Technik, 2; Technische Exkursionen, *g*. — **v. Ihering**: Maschinenkunde 2, Übungen 2. — **Blasius**: Übungen im Anschluss an das physikalische Praktikum, 1 *g*.; Physikalischer Kursus für Mediziner, $3^1/_2$. — **v. Bezold**: Allgemeine Meteorologie, 2; Über Wind und Wetter, 1 *g*; Meteorologische Übungen, tägl.; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*. — **Meinardus**: Meteorologische Instrumente und Beobachtungen, 1; Physik des Meeres mit bes. Berücksichtigung des Atlandischen Ozeans, 2. — **Assmann**: Ausgewählte Kapitel aus der Meteorologie, 1 *g*. — **Less**: Über die jeweiligen Witterungsvorgänge, 1 *g*.; Grundzüge der landwirtschaftlichen Klimalehre, 1 *g*. —

Landolt: Praktische Übungen im zweiten chemischen Universitäts-Laboratorium, tägl.; Physikalisch-chemische Arbeiten (mit Jahn), tägl. — **E. Fischer**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im ersten chemischen Universitäts-Laboratorium (mit Gabriel, Harries, Pschorr und Ruff), tägl. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g*. — **Wichelhaus**: Chemische Technologie für Juristen, 2; Chemische Technologie der Kohle und der Teerfarbstoffe, 2; Übungen im technologischen Institut, tägl. — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6. — **Liebermann**: Organische Experimentalchemie I, 5; Praktische Übungen im organisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Biedermann**: Technische Chemie II: Organische Stoffe, mit Demonstrationen, 4. — **Gabriel**: Massanalyse und Gasanalyse, 2. — **Will**: Geschichte der Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Chemie, 1 *g*. — **Jahn**: Elemente der Differential- und Integralrechnung für Chemiker, 1 *g*.; Allgemeine theoretische und physikalische Chemie, 4. — **Thoms**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 4; Toxikologische Chemie, 2; Praktische Übungen in der chemischen Analyse, tägl. — **Schotten**: Die Fabrikation des Zuckers und ihre wirtschaftliche Bedeutung, 2. — **H. Traube**: Mikrochemische Analyse mit Übungen, 1. — **Marckwald**: Analytische Chemie, 2. — **Wohl**: Chemie der Kohlehydrate, 1. — **Rosenheim**: Ausgewählte Kapitel der speziellen anorganischen Chemie, 1; Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer), tägl.; Praktische Übungen in der Gas- und Massanalyse, 3; Kolloquium der anorganischen Chemie, $1^1/_2$. — **W. Traube**: Über Alkaloide, 1. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **Harries**: Experimentalchemie der Benzolderivate, 2. — **Meyerhoffer**: Elektrochemie, 1. — **Emmerling**: Chemische und bakteriologische Wasseruntersuchung. — **R. J. Meyer**: Qualitative chemische Analyse, 1; Die Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Zusammensetzung, 1. — **Buchner**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum im chemischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule, ganz- oder halbtägig. — **Pschorr**: Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Ruff**: Kolloquium über anorganische Chemie, 2. —

Schwarz: Maxima und Minima in elementargeometrischer Behandlungsweise, 2 *g.*; Differentialrechnung, 4, Übungen 14 tägig, 2; Anwendungen der Theorie der elliptischen Funktionen, 4; Mathematische Kolloquien, 14tägig, 2 *g.* — **Frobenius**: Theorie der Determinanten, 4; Algebra, 4. — **Hettner**: Theorie der bestimmten Integrale, 2. — **Knoblauch**: Theorie der Raumkurven und der krummen Flächen, 4; Analytische Mechanik, 4; Mathematische Übungen für jüngere Semester, 1 *g.* — **Lehmann-Filhés**: Analytische Geometrie, 4; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 1 *g.* — **Hensel**: Integralrechnung, 4, Übungen, 14tägig, 2; Theorie der elliptischen Funktionen, 4. — **Landau**: Zahlentheorie, 4; Theorie der linearen Differentialgleichungen, 4; Mengenlehre, 1 *g.* — **Foerster**: Astrometrie II: Ausgleichung der fundamentalen Ortsbestimmungen am Himmel durch Zeitmessung, 4; Die Grundlagen der Fehlertheorie, 1 *g.*; Die Berechnung von Meteorbeobachtungen, Wolkenhöhen u. dgl., $1\frac{1}{2}$ *g.* — **Helmert**: Über die Bestimmung der Figur der Erde, 1 *g.*; Schwerkraft und Gestalt der Erde, 1. — **Bauschinger**: Theorie der Sonnenfinsternisse, 1 *g.*; Theorie der speziellen Störungen, 3; Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, $1\frac{1}{2}$ *g.* — **Scheiner**: Photometrie der Gestirne, 2; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g.* — **Battermann**: Ausgewählte Kapitel aus der sphärischen Astronomie, $1\frac{1}{2}$. — **Marcuse**: Physik der Erde und ihre Beziehungen zur Himmelskunde, mit Lichtbildern, $1\frac{1}{2}$; Einführung in die Theorie und Praxis geographisch- und nautisch-astronomischer Ortsbestimmungen, einschliesslich der bei Forschungsreisen vorkommenden Aufgaben, $1\frac{1}{2}$; Astronomische Übungen zur geographischen Ortsbestimmung auf der Königl. Sternwarte. —

Technische Hochschule Berlin.

Paalzow: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen 4, für Praktikanten der chemischen Laboratorien, 2; Mathematische Physik, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Masseinheiten und Messmethoden, 2; Physikalische Massbestimmungen und Messinstrumente, Übungen, 4. — **Gross**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Einleitung in die mathematische Physik, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2. — **Rubens**: Experimentalphysik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium (Physikalische Messungen), 4. — **Weingarten**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Mechanik, 5; Mathematische Physik, 2. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik II, 2; Grundzüge der Potentialtheorie und ihre Anwendung in der Elektrizitätslehre, 2; Über elektrische Schwingungen, 1; Elementare Mechanik, 2. — **Servus**: Einführung in das Studium der Elektrotechnik, 2; Theorie und Berechnung der Gleichstrommaschinen und Motoren, 2. — **Gleichen**: Photographische Optik und Anleitung zur Berechnung photographischer Objektive, 2; Einleitung in die Theorie der optischen Instrumente, 2 *g.* — **Jahnke**: Einführung in die Vektoranalysis mit Anwendung auf Mechanik und Elektrotechnik, 2; Repetitorium über ausgewählte Kapitel der Elementarmathematik, 2. — **W. Hartmann**: Maschinengetriebe (Anwendungen der Kinematik), 2; Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2. — **N. N.**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 3. — **Roessler**: Wärmemechanik, 4; Wechselstromtechnik, 4; Elektrische Kraftübertragung, 2. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Elektromechanik, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 36. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **W. Wedding**: Enzyklopädische Elektrotechnik mit Einschluss der Elektrotelegraphie mit Experimenten a) Elektrotechnik, 2, b) Elektrotelegraphie, 1; Elektrotechnische Messkunde, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Verkehrsunternehmungen II, 2; Elektrische Sicherheitstechnik für Starkstromanlagen und Bahnen II, 2. — **Kapp**: Bau der Dynamomaschinen und Transformatoren, 2, Übungen, 3. — **Fr. Vogel**: Elektrotechnische Berechnungen (Widerstände, Leitungen, Maschinen), 2. — **Heyn**: Mechanische Technologie I, 2, II, 2, Übungen, 2; Zustandsänderungen der Metalle, 2 *g.* — **Hörmann**: Spezielle mechanische Technologie, 4; Werkzeugmaschinen, 2. — **Josse**: Übungen im Maschinenlaboratorium I, 1. Übungen, 4, II, 6, III, 10. — **Kammerer**: Entwerfen von Hebemaschinen, 4. — **Ludewig**: Wasserkraftmaschinen, 2; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen und Dampfkesseln, Übungen, 4. — **Martens**: Materialienkunde mit Übungen in der mechanisch-technischen Versuchsanstalt (Allgemeiner Teil, besonders das Materialprüfungswesen), 2, Übungen, 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 6, Übungen, 2, II, 4, Übungen, 2. — **Leist**: Mechanik I, 4, Übungen 2, II, 4, Übungen, 2. — **v. Borries**: Eisenbahnmaschinenbau, Lokomotiven, Wagen, Allgemeines über Oberbau, 4, Übungen, 6; Eisenbahnbetrieb, Zugförderungsdienst, Allgemeines über Signalwesen und Sicherungsanlagen für die Abteilung für Maschineningenieurwesen, 2; Eisenbahnmaschinenwesen (Lokomotiven, Wagen und mechanische Anlagen) für die Abteilung für Bauingenieurwesen, 2. — **Franz**: Hochbau-Elemente für maschinentechnische Anlagen, 2, Übungen, 4; Bau-Anlagen für industrielle Maschinenbetriebe im Zusammenhange mit wirtschaftlichen Berechnungen und mit technischer Verwaltung, 2, Übungen, 4. — **Reichel**: Maschinenelemente, 4, Übungen, 8; Wasserkraftmaschinen, 2; Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 4. — **Riedler**: Einleitung in den Maschinenbau (zeichnerische Darstellung von Maschinen, Masszahlen, Aufnahmen, Skizzen, graphische Darstellungen, Elemente des Maschinenbaues und des Maschinenbetriebes), 2, Übungen, 6; Arbeitsmaschinen (Pumpen, Gebläse, Kompressoren), 2, Übungen, 4. — **Stumpf**: Dampfmaschinenbau, 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Mechanik, 4. — **Buhle**: Massentransport, 2; Maschinenkunde I: Abriss der Maschinenelemente, 2, Übungen, 3. — **Heinel**: Theorie, Konstruktion und Verwendung der Kälteerzeugungsmaschinen, 2. —

v. Buchka: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittelanalyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie I: Metalloide, 4; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Herzfeld**: Landwirtschaftliche Gewerbe (Zucker, Bier, Branntwein u. s. w.), 2. — **v. Knorre**: Analytische Chemie (Quantitative Analyse), 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Allgemeine Elektrochemie und Anwendung der Elektrolyse in der chemischen Industrie, 4; Abriss der technischen Gasanalyse mit Übungen, 2. — **Liebermann**: Organische Chemie I: Die offenen Kohlenstoffketten, 5; Kolloquium über Themata aus der organischen Chemie, 1; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Traube**: Physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3. — **Arndt**: Ausgewählte Teile der physikalischen Chemie, 1. — **Dolezalek**: Theorie der galvanischen Elemente und Akkumulatoren, 1. — **Frölich**: Elektrotechnik für Chemiker II, 2. — **Witt**: Chemische Technologie II, 4; Farbstoffe, Bleicherei, Färberei, Zeugdruck, 2; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Holde**: Untersuchung der pflanzlichen und tierischen Fette, Öle und Wachse, 2; Chemisch-technische Materialienkunde organischer Stoffe, 2. — **Jurisch**: Übungen im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Über Luftrecht. — **Miethe**: Spektralanalyse mit Übungen, 2; Allgemeine Photographie (Apparatenkunde, Übersicht über die gebräuchlichen photographischen Prozesse), 2; Einführung in die photographische Optik, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16; Lichtpausübungen, 2- oder 4 wöchige Kurse. — **Junghahn**: Technologie der Proteinstoffe: Albuminoide (Lederfabrikation, Leim, Gelatine u. s. w.), mit Exkursionen, 2. — **Kühling**: Repetitorium der organischen Chemie, 2. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Voswinckel**: Terpene und Kampher, 1. — **Wolffenstein**: Tagesfragen aus dem Gebiet der organischen Chemie (Stereochemie, Molekulargewichtsbestimmungen, organische Elektrosynthesen, Enzymtheorie), 1. — **Simonis**: Organisch-chemische Arbeitsmethoden, 1. —

Dziobek: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Differential- und Integralrechnung und der analytischen Geometrie, 4. — **Hamburger**: Potentialtheorie, 2; Funktionentheorie, 2; Gewöhnliche Differentialgleichungen, 2. — **Hauck**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Hertzer**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Hettner**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Theorie der Raumkurven und Flächen, 1. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Hessenberg**: Darstellende

Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Jolles**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **R. Müller**: Differential- und Integralrechnung, 4. — **Steinitz**: Synthetische Geometrie I, 2, Übungen, 1, II, 2, Übungen, 1; Analytische Geometrie, 2, Übungen, 1. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik II: Elektrizität und Wärme, 6; Repetitorium der Physik, 2; Theoretische Optik, 1 *g.*; Physikalisches Praktikum, 4. — **Gruner**: Mathematische Physik, 2; Theorie der einfachen Wechselströme, 1. —

Friedheim: Anorganische Experimentalchemie, 6; Qualitative und quantitative Analyse: Metalle, 2; Anwendung der Elektrolyse in der chemischen Technik, 1 *g.*; Anorganisch-chemisches Praktikum (Halbpraktikum nur für qualitative Arbeiten), tägl. ausser Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse, 3; Chemisches Seminar (mit v. Kostanecki), 2. — **v. Kostanecki**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 5; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Schaffer**: Praktikum im Laboratorium für Lebensmitteluntersuchung; Technologie der Nahrungsmittelgewerbe I, 2. — **Tambor**: Die Chemie der Alkaloide, 2; Repetitorium der Chemie der Fettkörper (für Chemiker und Mediziner), 1. — **Mai**: Anorganisch-chemische Arbeiten; Ionentheorie, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie für Chemiker, 1; Ausgewählte Kapitel aus der allgemeinen Chemie, 1; Stöchiometrische Übungen, 1. —

Graf: Kugelfunktionen mit Repetitorium, 4; Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Bernoullische Funktionen, 2; Bestimmte Integrale und Gammafunktionen, 2; Differentialgleichungen, 2; Differential- und Integralrechnung, 2; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar (mit Moser), 2; Mathematisches Seminar (mit Huber), 2. — **G. Huber**: Sphärische Astronomie, 2; Analytische Geometrie des Raumes und Theorie der Flächen 2. Grades, 2. — **Ott**: Integralrechnung, 2; Analytische Geometrie II, 2. — **Benteli**: Darstellende Geometrie: Kurven und Strahlenflächen, 2, Übungen und Repetitorium, 2; Praktische Geometrie I, 1; Konstruktive Perspektive, 1; Rotationsflächen, 1. — **Moser**: Mathematische Grundlagen der Invaliditäts- und Altersversicherung, 1—2. — **Crelier**: Géometrie synthétique II, 2 *g.*; Géometrie du triangle, 2 *g.* —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Akustik, 5; Physikalisches Laboratorium für Anfänger (mit Hagenbach), 8, für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **Hagenbach**: Über Interferenz und Polarisation des Lichtes, 2. — **Pflüger**: Elektromagnetische Lichttheorie, 2. — **Bucherer**: Elektrodynamik, 2. —

Anschütz: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g.*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere, sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Partheil und Rimbach), tägl. — **Rimbach**: Spezielle anorganische Chemie (Metalle und seltenere Elemente), 2; Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2; Übungen in der technischen Gasanalyse, 3 *g.*; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chemischen Untersuchungsmethoden (mit Löb), 3 *g.* — **Pauly**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Schroeter**: Aufbau und Abbau von Kohlenstoffverbindungen, 2. — **Partheil**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 4; Ausmittelung der Gifte, 1 *g.*; Die alkoholischen Genussmittel, 1; Arzneimittelsynthesen, 1. — **Binz**: Chemische Technologie (anorganischer Teil), 2. — **Löb**: Physikalische Chemie II: Verwandtschaftslehre, Thermochemie, Elektrochemie, Photochemie, 2; Physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden, 1; Physikalische Chemie für Mediziner, 1; Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der physikalischen Chemie und Elektrochemie, tägl. *g.*; Thermochemische Übungen, *g.* —

Heffter: Analytische Mechanik, 4; Analytische Geometrie der Ebene, 4, Übungen, 1 *g.* — **Lipschitz**: Integralrechnung II, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g.* — **Sommer**: Algebra, 2; Geometrische Anwendungen der Funktionentheorie, 2. — **Kortum**: Elliptische Funktionen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g.* — **Küstner**: Theorie der Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 3; Topographie des Sonnensystems, 1 *g.*; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer), tägl. — **Deichmüller**: Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler (Methode der kleinsten Quadrate), 1; Elemente der höheren Geodäsie, 2; Praktisch-astronomische Arbeiten, zweimal wöchentlich. — **Mönnichmeyer**: Geographische Ortsbestimmungen, 2. —

Technische Hochschule Braunschweig.

Weber: Physikalisches Praktikum (mit Prümm); Experimentalphysik, 4; Mechanische Wärmetheorie, 2; Mathematische Elektrizitätslehre, 2. — **Peukert**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Cruse), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (mit Cruse). — **Querfurth**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren, 2; Berechnung und Bau der Dampfmaschinen, 3; Theorie und Konstruktion der Pumpen und Gebläse, 2; Grundzüge des Schiffbaues, 2; Maschinenkonstruieren III (mit Neugebohrn), 8. — **Friedmann**: Beschreibende Maschinenlehre, 3; Maschinenelemente, 4; Maschinenkonstruieren I (mit Wesemann), 9. — **Denecke**: Heizung und Lüftung, 2; Berechnung und Bau der Hebemaschinen, 3; Eisenbahnmaschinenbau, 3; Maschinenkonstruieren II, 4; Technische Mechanik I, 3, Übungen, 1, Repetition, 1. — **Preuss**: Maschinenzeichnen, 6. — **Schöttler**: Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Messungen an Maschinen (mit Schmidt); Technische Mechanik II, 4, Übungen, 1, Repetition, 1. — **Lüdicke**: Allgemeine mechanische Technologie, 2; Fabrikanlagen und Werkstatteinrichtungen, 2; Werkzeugmaschinen, 2; Entwerfen von Werkzeugmaschinen, 3; Spinnerei, 2; Weberei, 2; Technologische Übungen, 2. —

Meyer: Unorganische Experimentalchemie, 5; Arbeiten im Laboratorium für analytische und technische Chemie (mit Biehringer und Maier); Chemisches Kolloquium (mit Bodländer), 14tägig, 2 *g.* — **Biehringer**: Analytische Chemie, für technische Chemiker, 2; Stöchiometrische Rechnungen, 1; Chemisch-technische Rechnungen, 1. — **Bodländer**: Physikalische Chemie, 2; Metallurgie, 2; Grundzüge der Chemie, 3; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie (mit Eberlein). — **Reinke**: Chemische Technologie II: Stärke- und Gärungstechnik, 6; Technisch-chemische Analyse, 2; Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Stärke- und Gärungstechnik, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und für Gärungs-, Stärke- und Zuckertechnik; Besprechungen aus dem Gebiete der chemischen Technologie II, *g.* —

R. Dedekind: Elemente der Zahlentheorie, 1; Theorie der Fourierschen Reihen, 2. — **Fricke**: Analytische Geometrie und Algebra, 3; Differential- und Integralrechnung I, 5, Übungen, 2; Differential- und Integralrechnung II, 2; Potentialtheorie, 2; Elementarmathematik, 1, Übungen, 1. — **Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Perspektive und Schattenkonstruktionen, 2; Geometrie der Lage, 2. — **Wernicke**: Grundzüge der höheren Mathematik, für Architekten und technische Chemiker, 2, Übungen, 1; Statik starrer und elastisch-fester Körper, für Architekten, 3, Übungen, 1. — **Koppe**: Geodäsie I, 2, Übungen, 2; Ausgleichungsrechnung I mit Berechnungen, 2, Übungen, 4; Planzeichnen (mit Bohlan), 2. —

Universität Breslau.

O. E. Meyer: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus und Wärme, 4; Praktische Übungen im physikalischen Beobachten (mit Neumann), 3 oder 6 und tägl. — **Neumann**: Einleitung in die Potentialtheorie, 4, Übungen, 1 *g.* — **Riesenfeld**: Die Photographie und ihre Technik, 1 *g*; Photographisches Praktikum, 2. —

Ladenburg: Organische Experimentalchemie, 5; Praktisch-chemische Übungen für Chemiker (mit Abegg), ganz- und halbtägig; Praktisch-chemische Kurse a) für Mediziner, 5, b) für Landwirte, 6; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g.* — **Abegg**: Physikalische Chemie (Theorie der Lösungen, Phasenlehre, Thermochemie) mit mathematischen Ergänzungsstunden, 2; Elektrochemisches Praktikum, 3; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g.* — **Scholtz**: Chemie der Alkaloide, 2; Repetitorium der organischen Chemie, 2. — **Ahrens**: Technische Elektrochemie, 3; Technologie der Kohlenhydrate, mit Exkursionen, 2; Chemisch-technisches Praktikum nebst Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Praktische Kurse in chemisch-technischen und gasanalytischen

Untersuchungsmethoden, Sonnabend; Die Apparatur der chemischen Technik, 1 *g.* — **Herz**: Analytische Chemie, 2; Gasanalyse und Titriermethoden, 1. —

Sturm: Zahlentheorie, 3; Geometrische Örter höheren Grades, 3; Geschichte der Mathematik, 1 *g.*; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g.* — **Rosanes**: Einführung in die Theorie der Invarianten, 2; Differentialrechnung und Elemente der Integralrechnung, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g.* — **London**: Einführung in die Theorie der Differentialgleichungen, 3; Die mathematischen Grundlagen des Versicherungswesens (Lebens-, Kranken-, Unfall-, Invalidenversicherung) unter Berücksichtigung der Arbeiterversicherung des Deutschen Reichs, 2. — **Franz**: Methode der kleinsten Quadrate, 1; Bahnberechnung der Planeten, Kometen, Meteore und Doppelsterne, 4, Übungen, 2 *g.*; Höhere Geodäsie, 3. —

Technische Hochschule Brünn.

Jaumann: Physik, 5, Übungen, 1. — **Tuma**: Physik für Kulturtechniker, 3; Physikalisches Praktikum, 3. — **Zickler**: Allgemeine Elektrotechnik, 5; Elektrotechnisches Praktikum II, 8. — **Hellmer**: Mechanik II: Dynamik und Hydraulik, 4, Übungen, 1; Analytische Mechanik, 3; Enzyklopädie der Mechanik, 4. — **Neumann**: Grundzüge der Elastizitäts- und Festigkeitslehre, 4, Übungen, 1; Baumechanik I, 6, Übungen, $1^1/_2$. — **N. N.**: Bau elektrischer Maschinen und Apparate II, 3, Übungen, 6; Elektrische Arbeitsübertragung, 3. — **Schiel**: Allgemeine Maschinenkunde I, 4. — **Musil**: Maschinenbauelemente, 4, Konstruktionsübungen, 6; Maschinenlehre und Maschinenbau I, 5, Konstruktionsübungen, 6; Technisches Maschinenzeichnen, Übungen, 6. — **Wellner**: Maschinenlehre und Maschinenbau II, 7, Konstruktionsübungen, 14. —

Habermann: Anorganische Chemie, 6; Analytische Chemie II: Spezielle analytische Methoden, 2; Chemische Übungen I, 10, II, 20. — **Hönig**: Chemische Übungen III, 10; Agrikulturchemie, 3; Chemie der Tier- und Pflanzenstoffe, 3; Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. — **Donath**: Chemische Technologie II, 6, III, $1^1/_2$; Übungen im Laboratorium für chemische Technologie, 20. — **Weinreb**: Spezielle Färberei und Zeugdruckerei, 2, Übungen. — **Ulrich**: Chemische Technologie der Teerfarbstoffe I, 2, Praktikum. — **Frenzel**: Elektrochemie I: Theoretischer Teil, 3; Elektrochemisches Praktikum, 3. — **Haussner**: Mechanische Technologie I: Metalle und Holz, 5, II: Spezielle Technologie der Faserstoffe, 5; Bautechnologie, 5. —

Waelsch: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 3, Übungen, 1; Mathematische Näherungsmethoden, 2; Elemente der kinematischen Geometrie, 1. — **Biermann**: Grundlehren der höheren Mathematik, 7, Übungen, 2; Mathematische Übungen, 2. — **Rupp**: Darstellende Geometrie, 6; Konstruktives Zeichnen, 8. — **Obenrauch**: Geschichte der Geometrie, 1. — **Niessl v. Mayendorf**: Niedere Geodäsie, 6; Situationszeichnen, 4 resp. $3^1/_2$; Sphärische Astronomie, 3. —

Universität Czernowitz.

Handl: Experimentalphysik, 5; Praktisch-physikalische Übungen, 6 *g.* — **Tumlirz**: Theoretische Mechanik II, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 2 *g.* —

Přibram: Allgemeine Chemie I, 5; Chemische Übungen im Laboratorium für Anfänger, 15; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen für Fortgeschrittene, 15 *g.* —

Puchta: Differential- und Integralrechnung I: Differentialrechnung, 3; Elliptische Funktionen, 2; Seminar für Mathematik, 2 *g*; Proseminar für Mathematik, 2 *g.* —

Technische Hochschule Darmstadt.

Schering: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeissig und 4 Assistenten), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik; Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisches Kolloquium, 1. — **Zeissig**: Experimentalphysik, 4; Physikalische Mess- und Instrumentenkunde, 2; Repetitorium der Experimentalphysik für Pharmazeuten, 1. — **Rudolphi**: Einführung in das physikalische Praktikum, 1; Physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen und Arbeiten. —: **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente I, 2. — **Forch**: Meteorologie, 1. — **Klemm**: Einführung in die Photographie, 2; Photographisches Praktikum, 2. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik II, 4, Übungen, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium, 6 halbe Tage (mit Sengel, Wirtz und den Assistenten des elektrotechnischen Instituts); Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende; Elektrotechnisches Seminar. — **Wirtz**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2; Elemente der Elektrotechnik, 3; Elektrische Leitungsanlagen und Stromverteilungssysteme, 2, Übungen, 2. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 2, Übungen, 3; Projektieren elektrischer Licht- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 2. — **Fehmer**: Elektrische Strassenbahnen, 1. — **Lincke**: Maschinenelemente, 3; Konstruktionsübungen zu Maschinenelementen, 9; Kinematik I, 2; Kinematik II, 1; Maschinenelemente und Kinematik, 1. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Baumaschinenzeichnen, 3; Ausgewählte Abschnitte aus der Festigkeitslehre, 2; Gasmotoren, 2. — **Krauss**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 3; Mechanische Technologie I und II, je 2; Werkzeugmaschinen, 2; Heizung und Lüftung, 2. — **Gutermuth**: Dampfmaschinen, 6, Konstruktionsübungen, 6. — **Pfarr**: Hebemaschinen, 2; Wasserkraftmaschinen, 4; Konstruktionsübungen zu Hebemaschinen, Wasserkraftmaschinen und Fabrikanlagen, 6; Wasserwerksbauten, 2. — **Beck**: Gewichts- und Kostenberechnungen der Maschinenfabrikation, 1. — **Forch**: Meteorologie, 1. —

Staedel: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum (mit Heyl, Kolb und Keppeler), tägl. ausser Sonnabend. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 4; Elektrochemisches Kolloquium, 1; Chemisches, chemisch-technisches und elektrochemisches Praktikum (mit Neumann und Winteler), tägl. ausser Sonnabend; Grundzüge der Eisenhüttenkunde, 1. — **Finger**: Organische Experimentalchemie, 5; Kolloquium über organische Chemie, 1; Praktikum für organische Chemie, tägl. ausser Sonnabend. — **Kolb**: Analytische Chemie II, 2; Analytische Chemie der seltenen Elemente, 1; Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Heyl**: Anorganische Chemie, 2; Pharmazeutische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel aus der pharmazeutischen Chemie, 1. — **Krausser**: Anleitung zu den mikroskopischen und bakteriologischen Untersuchungen von Nahrungs- und Genussmitteln (mit Weller), 4; Pharmakognosie, 3, Übungen, 2; Pharmazeutische Gesetzeskunde, 1; Mikroskopische Untersuchung vegetabilischer Nahrungs- und Genussmittel, 3. — **Sonne**: Chemisch-technische Untersuchung der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, 1; Geologische und chemisch-technische Vorarbeiten für die Trinkwasserversorgung (mit Steuer), Vortrag und Übungen, 2, Exkursionen. — **Weller**: Untersuchen von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen, 1, Übungen, 8. — **Vaubel**: Theoretische Chemie I, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische Berechnungen, 1. — **Neumann**: Gasanalytische Methoden, 2; Die Nutzmetalle, 1. —

Gundelfinger: Höhere Mathematik I, 5, Übungen, 4; Elemente der höheren Algebra, mit Übungen, 1; Analytische Übungen, 1. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen, 2; Mechanik II, 6, Übungen, 3; Hydrodynamik, 1; Reine Kinematik, Vortrag und Übungen, 2. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I, 5, Übungen, 4. — **Wiener**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6, II, 1, Übungen, 2; Höhere Mathematik II, 2, Übungen 1; Arbeiten im mathematischen Institut, 3. — **Scheffers**: Höhere Mathematik für Architekten, Chemiker und Geometer, 3, Übungen, 2; Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6. — **Fenner**: Trigonometrie, 3; Geodäsie, 4; Geodätische Übungen, 4; Planzeichnen, 4. — **Graefe**: Repetitorium der Elementarmathematik, 2, Übungen, 2; Höhere Mathematik für Architekten und Chemiker, 3, Übungen, 2; Höhere Mathematik II, 2, Übungen, 1; Geschichte der Mathematik, 1. —

Technische Hochschule Dresden.

Hallwachs: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Toepler), I, 3, II, 6 oder 9; Praktikum für grössere physikalische Arbeiten, 20; Physikalisches Kolloquium, Referate über neue Arbeiten (mit Helm), 1 *g.* — **Toepler**: Physikalische Messkunde I, 1; Elektrische Entladungserscheinungen in Gasen (Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen, Lichtbogen u. s. w.), 1. — **Krone**: Theorie und Praxis der Photographie nebst Kolloquium über wissenschaftliche Photographie, 2; Lichtpausen, kürzerer Kursus, 2 *g.* — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2; Elektrotechnische Messkunde, 2; Elek-

trische Starkstromanlagen, 2, Übungen, 2; Elektrotechnische Übungen für Geübtere, 12, für Maschineningenieure und Chemiker, 4; Grössere elektrotechnische Spezialarbeiten, 30: Elektrotechnisches Kolloquium (mit Kübler), 2 *g*. — **Kübler**: Dynamomaschinen I, 2; Entwerfen von Dynamos, Starkstromapparaten und elektrischen Fahrzeugen, Übungen, 6; Elektrische Fahrzeuge, 2; Die Starkstromtechnik im Eisenbahnwesen und Werkstattsbetrieb II, 1. — **Ulbricht**: Telegraphie und Telephonie, 2 *g*. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Eisenbahnmaschinenwesen, 3; Skizzieren für die Chemische Abteilung, 4, für die Mechanische Abteilung, 4. — **Grübler**: Technische Mechanik I, für Bau-, Maschinen- und Elektroingenieure, 2, III, 4, Übungen, 1. — **L. Lewicki**: Dampfmaschinen I, 4; Dampfkessel, 3; Ausgewählte Kapitel aus dem Maschinenbau: Lokomotiven, 2; Maschinenkonstruieren für Maschineningenieure, 10, für Elektroingenieure, 5; Arbeiten im Maschinenlaboratorium A (Dampf- und Wassermaschinen) mit Kolloquium (mit E. Lewicki), 3; Grössere Arbeiten im Maschinenlaboratorium A, 20. — **E. Lewicki**: Einführung in die Theorie und Konstruktion der Dampfturbinen, 2. — **Mollier**: Technische Thermodynamik, 4, Übungen, 1; Kinematik, 2, Übungen, 3; Übungen im Maschinenlaboratorium, 3; Grössere Arbeiten im Maschinenlaboratorium, 24. — **Ernst Müller**: Allgemeine mechanische Technologie II, 3; Technologisches Praktikum für die Faserstofftechnik, Übungen, 20; Spinnerei, 3; Die Wartung der Dampfkessel und Dampfmaschinen im Betriebe, 1 *g*. — **Scheit**: Untersuchung von Baumaterialien in der mechanisch-technischen Versuchsanstalt, 3. — **N. N.**: Maschinenelemente, 5; Maschinenkonstruieren, 10; Hebemaschinen, 2. —

Hempel: Metallurgie, 2; Chemische Grossindustrie, 2; Brennmaterialien, Theorie der rauchfreien Feuer, 1; Anorganisch-chemisches Praktikum (Qualitative Analyse), 12; Anorganisch-chemisches Praktikum (Quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse), ganztägig. — **v. Meyer**: Organische Chemie, 5; Kolloquium (freie Vorträge über wichtige Probleme der Chemie) (mit v. Walther), 1 *g*; Organisch-chemisches Praktikum, ganztägig und halbtägig. — **Möhlau**: Chemie der Textilindustrie: Gewinnung der Spinnfasern und ihre Veredelung durch Bleicherei, Färberei, Zeugdruck und Appretur, 3; Chemie und chemische Technologie der organischen Farbstoffe II, 2; Praktikum für Farbenchemie, halbtägig; Praktikum für Färbereitechnik, halbtägig; Praktikum für grössere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie, ganztägig. — **Bucherer**: Einführung in das allgemeine Patentwesen, 1; Die organischen Heilmittel mit besonderer Berücksichtigung ihrer Synthese und Anwendung, 1 *g*. — **F. Förster**: Elektrochemie, ihre Theorie und technische Anwendung, 2; Physikalische (theoretische) Chemie II, 3; Praktikum für Elektrochemie, 8; Praktikum für grössere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, ganztägig. — **Lottermoser**: Titriermethoden, 1. — **Erich Müller**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie, 1. — **Renk**: Nahrungsmittelchemie, 2; Wohnungshygiene, 1; Übgn. im Untersuchen von Nahrungs- und Genussmitteln, ganztägig; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig. — **v. Walther**: Chemie der Zuckerarten, 2. —

Rohn: Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 6; Kegelschnitte, 1; Ebene Kurven, 2. — **Fuhrmann**: Anwendungen der Differential- und Integralrechnung, 2; Vermessungslehre, 2; Geodätisches Zeichnen, 2. — **Helm**: Analytische Geometrie II, 3, Übungen, 1; Analytische Mechanik, 2; Übungen und Ergänzungen zur Mechanik für Vermessungsingenieure, 1; Ausgewählte Kapitel aus der mathematischen Physik, mit Übungen, 2. — **Krause**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1; Einleitung in die Theorie der unendlichen Prozesse, 3; Anwendungen der elliptischen Funktionen, 1; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Naetsch**: Einleitung in die Theorie der ganzen Zahlen, 2. —

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 40; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Schmidt**: Theoretische Physik II: Elektrizität, Optik und Akustik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. — **Wehnelt**: Physikalische Messmethoden und Messinstrumente, 2. —

Fischer: Anorganische Experimentalchemie, 5; Halbpraktikum im chemischen Laboratorium (mit Busch), 20; Vollpraktikum im chemischen Laboratorium (mit Busch), 40. — **Pasl**: Chemie in ihrer Anwendung auf Pharmazie und Medizin (organischer Teil), 3; Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, 2; Chemisches Praktikum: a) Vollpraktikum, 44, b) Halbpraktikum, 24 oder 20; Praktischer Kurs für Studierende der Pharmazie, 20; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genussmittel: a) Vollpraktikum, 44, b) Halbpraktikum, 24 oder 20. — **Busch**: Qualitative und quantitative chemische Analyse, 3; Chemische Technologie der Gespinnstfasern, 1; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Kolloquium über neuere chemische Litteratur (mit Jordis und Gutbier), 1 *g*. — **Henrich**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 2; Elektrochemisches Praktikum (Elektroanalyse, Darstellung von Präparaten, anorganisch und organisch) (mit Jordis), 5. — **Jordis**: Spezielle Chemie der Metalle, 1; Elektrochemie, 2. — **Gutbier**: Gasanalyse, mit Übungen, 2. —

Gordan: Analytische Geometrie, 4; Invarianten, 4; Übungen im Seminar, 3 *g*. — **Nöther**: Differential- und Integralrechnung I, 4; Einführung in die Funktionentheorie, 4; Mathematische Übungen, *g*. —

Universität Freiburg i. Br.

Himstedt: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Praktikum, tägl. ausser Sonnabend; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Koenigsberger**: Elektrische Wellen, 2; Prinzip der kleinsten Wirkung und seine physikalischen Anwendungen, 1. — **G. Meyer**: Elektrochemie, 2; Mechanische Wärmetheorie und deren Anwendung auf physikalische und chemische Probleme, 2; Elektroanalyse, 1; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 2; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten, tägl. —

Gattermann: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Willgerodt), tägl. ausser Sonnabend; Chemisches Seminar, 14tägig, 2 *g*. — **Willgerodt**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 1; Anorganische Technologie, 2. — **Edinger**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 2. — **Fromm**: Über qualitative Analyse, 1; Repetitorium der Chemie für Mediziner I, 2. — **Müller**: Qualitative Analyse, 2; Theoretische Chemie (organischer Teil), 1. — **Rupp**: Chemie der Teerfarbstoffe II, 1; Die Konstitution der anorganischen Verbindungen, 1 *g*. — **Meigen**: Über Gewichtsanalyse, 2. —

Lüroth: Analytische Mechanik, 4; Methode der kleinsten Quadrate, 2; Mathematisches Seminar. — **Stickelberger**: Analytische Geometrie der Ebene und Differentialrechnung, 5, Übungen, 2 *g*.; Theorie der analytischen Funktionen, 3. — **Loewy**: Theorie der Kurven und Flächen, 4; Versicherungsmathematik, 2. — **Rebmann**: Geschichte der Arithmetik, 2. —

Universität Giessen.

Drude: Experimentalphysik II: Optik, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum, 6; Praktikum für Vorgeschrittenere, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2. — **Fromme**: Elektrodynamik und elektromagnetische Lichttheorie, 4; Höhere Geodäsie und Ausgleichungsrechnung, 3. —

Naumann: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Untersuchung von Nahrungsmitteln und technischen Erzeugnissen (mit Eidmann), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **Schröder**: Analytische Chemie II, 2. — **Eidmann**: Pharmazeutisch-chemische Präparate II, 2; Einführung in die organische Chemie, 2; Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln auf Vergiftungen und Verfälschungen, 1. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl.; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Elektrochemie, experimentell und theoretisch, 2; Chemisches Kolloquium, $1^1/_2$. — **Klappert**: Chemisches Repetitorium, 2. —

Pasch: Differentialrechnung und Elemente der Integralrechnung, 4; Einleitung in die Funktionentheorie, 2; Übungen über die Elemente der höheren Mathematik (Algebra, analytische Geometrie, Differential- und Integralrechnung), 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2. — **Netto**: Bestimmte Integrale und ihre Anwendungen, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 4; Übungen des mathematischen Se-

minars, 14tägig, 2. — **Wellstein**: Darstellende Geometrie I, mit Übungen, 6; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik II, 3; Physikalisches Praktikum (mit Voigt, Simon, Kaufmann und Stark) 8. Ausgewählte Teile der Mechanik, 1 *g.*; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, 40 *g.* — **Voigt**: Krystallphysik, 4; Physikalisches Praktikum (mit Riecke, Simon, Kaufmann und Stark), 4. Ausgewählte Kapitel der Wärmelehre, 1 *g.*; Physikalische Beobachtungen für Vorgeschrittene, 40 *g.* — **Simon**: Elektrische Messmethoden und Messinstrumente, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Drahtlose Telegraphie und Telephonie etc., 1 *g.*; Selbständige Arbeiten auf dem Gebiete der angewandten Elektrizitätslehre, 48 *g.* — **Kaufmann**: Übungen in der Herstellung und Handhabung einfacher Demonstrationsapparate, 1; Physikalische Einheiten und Konstanten, 1. — **Abraham**: Grundlagen der theoretischen Physik, 4; Übungen zur Integralrechnung und elementaren Potentialtheorie, 2. — **Stark**: Die elektrischen Erscheinungen in der Erdatmosphäre, 1 *g.* — **Wiechert**: Höhere Geodäsie, 4; Polarlicht, 1 *g.*; Geophysikalisches Praktikum, *g.* — **Lorenz**: Praktikum im Maschinenlaboratorium, 3½; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Mechanik, 1 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, *g.* — **Nernst**: Theoretische Chemie, 3; Physiko-chemische Arbeiten und Übungen, tägl.; Neuere Atomistik, 1 *g.*; Physiko-chemisches Kolloquium, 1 *g.* — **Coehn**: Technische Elektrochemie (mit Übungen), 3. — **Bose**: Physikalische Methoden der Chemie (mit Demonstrationen), 2. — **Wallach**: Anorganische Chemie I, 6; Chemisches Praktikum, 20—40; Chemisches Kolloquium für Fortgeschrittenere, 1 *g.* — **Tollens**: Technische Chemie für Landwirte (Zucker, Gärung, Phosphat), 3; Praktikum im agrikultur-chemischen Laboratorium, 30. — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie (organischer Teil), 4; Untersuchung der Nahrungsmittel, 2; Chemisches Kolloquium für Pharmazeuten, 2 *g.* — **Fischer**: Chemische Technologie, 2; Chemisch-technologische Tagesfragen, 1 *g.* — **Kötz**: Celloidstoffe, Komplexe, Verbindungen, Katalyse, Neue Elemente, 1; Synthesen organischer Verbindungen, 2; Farbstoffe, 1; Chemische Tagesfragen, 1. — **Manchot**: Ungesättigte Verbindungen, 1; Benzolderivate, 2; Monographie des Sauerstoffes, 1 *g.* —

Klein: Enzyklopädie der Mathematik, 4; Seminar (mit Bohlmann), 2 *g.* — **Hilbert**: Differential- und Integralrechnung II, 4; Mechanik der Kontinua, 4; Funktionentheoretische Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g.* — **Schwarzschild**: Mechanik des Himmels, 3, Übungen, 2 *g*; Astronomisches Kolloquium, 1 *g.* — **Minkowski**: Algebra, 3; Analysis situs, 2; Seminar. Funktionentheoretische Übungen, 2 *g.* — **Brendel**: Einleitung in die theoretische Astronomie, 3; Gauss' Leben und Wirken, 1 *g.* — **Schilling**: Analytische Theorie der krummen Linien und Flächen, 4; Graphische Übungen zur Theorie der krummen Linien und Flächen, 2 *g.* — **Bohlmann**: Wahrscheinlichkeitsrechnungen, 2; Theorie des Risikos, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g.*; Mathematische Übungen im Versicherungsseminar, 2 *g.* — **Ambronn**: Sphärische Astronomie, 3; Praktische Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, tägl. — **Zermelo**: Funktionentheorie, 4; Übungen zur Integralrechnung und elementaren Potentialtheorie, 2. — **Blumenthal**: Abelsche Funktionen, 2; Einleitung in die höhere Mathematik für Naturwissenschaftler (mit Übungen), 3. —

Universität Graz.

Pfaundler: Experimentalphysik, 5; Physikalische Übgn., 12; Darstellung physikalischer Ergebnisse, 1 *g.* —. **Wassmuth**: Thermodynamik mit besonderer Berücksichtigung der Thermochemie, 4; Wärmeleitung, 1; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 3 *g.* — **Streintz**: Wärmelehre: Thermodynamik und Thermochemie, 3. —

Skraup: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie: Chemie für Mediziner, Philosophen und Pharmazeuten, 5; Chemisches Konversatorium für Vorgeschrittene, 1 *g*; Chemische Übungen für Anfänger, 15; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Übungen für Vorgeschrittene, 20. — **Schrötter**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer und organischer Teil, 4; Chemie der heterozyklischen Verbindungen, 2. —

Frischauf: Algebraische Analysis, 3; Analytische Geometrie, 2. — **Dantscher v. Kollesberg**: Analytische und projektivische Geometrie der Ebene, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g.* — **Streissler**: Centrale Projektion, 3. — **Hillebrand**: Mechanik des Himmels, 5. —

Technische Hochschule Graz.

v. Ettingshausen: Physik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Elemente der mechanischen Wärmetheorie, Elektrizität, Optik, 5; Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Übungen: Praktische Messungen, 8. — **Streintz**: Wärmelehre: Thermodynamik und Thermochemie, 3. — **Bartl**: Theoretische Maschinenlehre II a, 2½, II b, 3½; Allgemeine Maschinenkunde I, 4. — **N. N.**: Maschinenbau I a, 3, Übungen, 10, I b: Lasthebemaschinen, 3, Übungen, 10½, II b: Dampfkessel und Dampfmaschinen, 4, Übungen, 15. —

Emich: Anorganische Chemie, 7; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 1; Unterricht und Übungen in der qualitativen chemischen Analyse im Laboratorium, 18; Chemische Technologie der organischen Stoffe: Chemische Fabriksindustrie der organischen Stoffe, 4; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der organisch-technisch-chemischen Analyse, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, für Vorgeschrittene. — **Benj. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse, 1; Unterricht und Übungen in der quantitativen chemischen Analyse im Laboratorium, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe: Chemische Fabriksindustrie der anorganischen Stoffe, 4; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der anorganisch-technisch-chemischen Analyse, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe, für Vorgeschrittene; Enzyklopädie der technischen Chemie, 2. — **v. Hemmelmayr**: Über ausgewählte Kapitel zyklischer Verbindungen, 2. — **Friedr. Reinitzer**: Alkoholismus, 1. —

Hočevar: Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik I, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathematik II, 4, Übungen, 2. — **Schüssler**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Theorie der Kegelschnitte, 3; Seminarübungen aus darstellender Geometrie, 2. — **Wittenbauer**: Theoretische Maschinenlehre I, 2; Allgemeine Mechanik (einschliesslich der Elemente der graphischen Statik) I, 4, Übungen, 1; Enzyklopädie der Mechanik, 4; Technische Mechanik I: Theorie der Elastizität, 4. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie I: Elemente der niederen Geodäsie, 4; Höhere Geodäsie, 4; Praktische Messübungen a) Niedere Geodäsie (Zimmerübungen), b) Höhere Geodäsie (Übungen in der Anwendung der Ausgleichungsrechnung). —

Universität Greifswald.

König: Experimentalphysik: Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 4; Physikalische Übungen für Studierende der Naturwissenschaften, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl. *g.*; Elementar-mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1 *g.*; Besprechungen über neuere physikalische Arbeiten (mit Mie), 2 *g.* — **Mie**: Theoretische Optik, 4, Übungen, 1 *g.*; Kleines physikalisches Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 3. — **Holtz**: Apparate der Mechanik und Elektrostatik unter Mitbenutzung einfachster Mittel, experimentell, 1; Physik der Atmosphäre mit Einschluss der optischen und elektrischen Phänomene, mit Experimenten, 1; Physik der Gestirne bei zeitweiser Beobachtung derselben, gemeinfasslich, mit Experimenten, 2 *g.* — **Schreber**: Technische Thermodynamik, 2; Der osmotische Druck und seine Anwendung zur Molekelgewichtsbestimmung, 1. —

Auwers: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum, tägl.; Chemisches Praktikum für Pharmazeuten, halbtägig, tägl.; Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 5 *g.* — **N. N.**: Pharmazeutische Chemie I, 3; Ausmittelung der Gifte und andere gerichtlich-chemische Untersuchungen, 2; Pharmazeutisches Kolloquium, 2 *g.* — **Semmler**: Ätherische Öle, 1; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1 *g.* — **Posner**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2; Chemische Technologie I: Anorganische Stoffe, 2. —

Thomé: Algebra, 4; Theorie der ebenen algebraischen Kurven, 2 *g.*; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Study**: Mechanik II, 4; Nichteuklidische Geometrie, 1 *g*; Mathematisches

Seminar, 2 *g*. — **Kowalewski**: Einleitung in die analytische Geometrie (für Studierende der Mathematik und der Naturwissenschaften), 2; Theorie der kontinuierlichen Transformationsgruppen, 2; Über Fouriersche Reihen (mit Anwendungen auf mathematische Physik), 2 *g*. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6; b) Arbeiten von Geübten, tägl.; Undulationstheorie des Lichtes, 2 *g*. — **Schmidt**: Einleitung in die theoretische Physik, 4; Elektrotechnik, 2 *g*. —

Volhard: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Doebner und Vorländer), tägl. ausser Sonnabend; Übungen im Experimentalvortrag, 1 *g*. — **Doebner**: Organische Chemie II, 4; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, für Studierende der Medizin, 4; Über Alkaloide, 1 *g*. — **Vorländer**: Besprechung neuerer chemischer Arbeiten, 1 *g*. — **Baumert**: Chemie der Dünge- und Futtermittel, 2; Praktische Übungen in der Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genussmitteln, tägl. ausser Sonnabend. — **Roloff**: Elektrochemie, Theorie und Anwendungen in der Technik, 2. — **Köthner**: Stöchiometrie, 1. — **Erdmann**: Technische Chemie der organischen Farbstoffe und ätherischen Öle, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. ausser Sonnabend; Praktikum zur Einführung in die Farbenindustrie, 6. —

Cantor: Höhere Geometrie, 4; Zahlentheorie, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Wangerin**: Integralrechnung mit Übungen, 5; Variationsrechnung, 2; Hydrodynamik, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Eberhard**: Elemente der Funktionentheorie, 4, Übungen, 1 *g*. — **Grassmann**: Analytische Geometrie des Raumes, 2; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Übungen, 1 *g*. — **Buchholz**: Die Grundlehren der theoretischen Astronomie (Mechanik des Himmels), 2. —

Technische Hochschule Hannover.

Dieterici: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Akustik, Optik, 4; Arbeiten im Laboratorium der Physik (mit Precht), 4. — **Precht**: Grundzüge der Physik, 3; Praktische Physik, 2. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Theoret. Elektrotechnik, 4; Entwerfen von Dynamomaschinen u. Transformatoren (mit Winkelmann), Übungen, 2; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Beckmann, Winkelmann und Schüppel), 8, II, für Maschineningenieure, 8. — **Heim**: Elektrische Anlagen I (mit Winkelmann), 3, Übungen, 2; Telegraphie und Telephonie, 2; Elektrische Kraftübertragung, für Maschineningenieure, 2; Grundzüge der technischen Elektrolyse, 2; Elektrolytische Übungen, 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger II, 1; Elektrotechnische Messkunde II, 2. — **Thiermann**: Das Schwingungsgalvanometer, 1. — **Franke**: Elektrotechnisches Kolloquium, 14 tgg., 2 *g*; Elektrische Kraftübertragung, 2. — **Fischer**: Allgemeine mechanische Technologie (mit v. Roessler), 4; Spezielle Technologie I, einschliesslich Werkzeugmaschinenkunde (mit v. Roessler), 4, Übungen, 2. — **Riehn**: Bau- und Theorie der Kraftmaschinen (mit Diedrich und Mees), 6, Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen (mit Diedrich und Mees), 4; Schiffbau, 3, Übgn., 4. — **Frank**: Maschinenorgane (mit Ryssel, Wegener und Pilgram), 5, Übungen, 7; Eisenbahnmaschinenbau (mit Ryssel und Pilgram), 3, Übungen, 3. — **Frese**: Ingenieurlaboratorium I (mit Mestwerdt, Aschof, Ziegler und Schürmann), 1, Übungen, 4, II, 1, Übungen, 4; Theoretische Maschinenlehre (mit Aschof), 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues (mit Burkowitz), 3, Übungen, 4; Regulatoren der Kraftmaschinen (mit Burkowitz), 2; Fabrikanlagen und Eisenbahnwerkstätten (mit Burkowitz), 2. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre I (mit Burkowitz und Schmidt), 4; Grundzüge der Maschinenlehre (mit Burkowitz), 3; Hebezeuge und Pumpen (mit Burkowitz und Schmidt), 2. — **Prandtl**: Mechanik I, 3, Übungen, 1, II, 4, Übungen, 1; Statik der Baukonstruktionen, 3, Übungen, 1. — **Mestwerdt**: Heizung, Lüftung und Beleuchtung geschlossener Räume, 3. — **v. Roessler**: Maschinenzeichnen (mit Aschof, Burkowitz und Wegener), 4; Bautechnologie, 3; Spezielle Technologie II, 2; Fabrikationszweige der Textilindustrie, 3; Technologisches Praktikum: Textilindustrie, 3. —

Seubert: Anorganische Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Jänecke und Klapproth), tägl. ausser Sonnabend. — **Eschweiler**: Analytische Chemie, 2. — **Behrend**: Organische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Keiser), tägl. ausser Sonnabend. — **Ost**: Grundzüge der chemischen Technologie, für Nichtfachchemiker, 3; Chemische Technologie I, für Chemiker, 4, Übungen, 2; Übungen in der Elektroanalyse (mit Koech), 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit Koech), tägl. ausser Sonnabend. — **Laves**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie I, mit Demonstrationen, 2 *g*. —

Kiepert: Differential- und Integralrechnung I, 5, Übgn., 1, Repetition, 1; Geometrie der Lage, 3; Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, mit Übungen, 3. — **Runge**: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1; Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 3, Übungen. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Peters, Fresenius und Weber), 3, Übungen, 6; Darstellende Geometrie II (mit Peters, Fresenius und Weber), 3, Übungen, 6. — **Petzold**: Algebraische Analysis und Trigonometrie, 3; Übungen in der Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Reinhertz**: Grundzüge der praktischen Geometrie (mit Petzold), 2; Geodäsie I (mit Petzold), 4, Übungen, 2, II, 2, Übungen; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Heidelberg.

Quincke: Experimentalphysik: Allgemeine Physik, Wärme, Akustik, 5; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im physikalischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Praktikum, 4. — **Pockels**: Wärmetheorie, 3, Übungen, 1; Kinetische Gastheorie, 1. — **Weber**: Die physikalischen Messmethoden, 2; Wissenschaftlich-photographische Übungen, 2. —

Curtius: Allgemeine Chemie I: Anorganische Experimentalchemie, 6; Praktische Übungen und Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen im akademischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **Brühl**: Organische Chemie, 3; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **Jannasch**: Gewichtsanalyse, 2; Chemische Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3; Analytisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 4—12. — **Knoevenagel**: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemie und Technologie der Teerfarbstoffe, 2. — **Bredig**: Chemische Gleichgewichtslehre, 2; Einführung in die physikalische Chemie für Chemiker, Pharmazeuten und Mediziner, 1. — **Krafft**: Organische Chemie, 3; Praktisch-chemische Übungen und Arbeiten im Laboratium, tägl. ausser Sonnabend. — **Dittrich**: Einführung in das chemische Praktikum und qualitative Analyse 2: Chemisches Praktikum, tägl. ausser Sonnabend, a) ganz, tägig, b) halbtägig (für Anfänger und Mediziner); Ferienkurse: a) Chemisches Praktikum, ganztägig, vierwöchentlich, b) Praktikum der Chemie für Mediziner, dreiwöchentlich. — **Stollé**: Pharmazeutische Chemie II: Organischer Teil, 3; Analytische Methoden der organischen Chemie, 1. — **Klages**: Hydroaromatische Verbindungen (einschliesslich der Kampher und Terpene), 1. — **Mohr**: Stereochemie, 1. —

Koenigsberger: Höhere Algebra: Theorie der algebraischen Gleichungen, 4; Elemente der Theorie der Differentialgleichungen, 2; Variationsrechnung, 1; Elemente der Zahlentheorie, 1; Mathematisches Unter- und Oberseminar, 2. — **Cantor**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Politische Arithmetik, 2. — **Eisenlohr**: Theoretische Optik, 4; Differential- und Integralrechnung, 5; Über das Potential, 2. — **Koehler**: Synthetische Geometrie des Raumes, 3. — **Landsberg**: Darstellende Geometrie (mit Übungen), 4; Funktionentheorie, 3. — **Boehm**: Theorie der partiellen Differentialgleichungen, 1; Vektoranalysis (mit Anwendungen auf Geometrie und Physik), 1; Lektüre und Besprechung der Abhandlung über Dynamik von d'Alembert (Ostw. Klass. Nr. 106), 1. — **Valentiner**: Theorie der Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 3; Ausgewählte Kapitel aus der Stellarastronomie, 1. — **Wolf**: Theorie und Geschichte der

Spektralanalyse, 2 *g.*; Praktische Übungen auf dem Observatorium, *g.* —

Universität Jena.

Winkelmann: Experimentalphysik II: Akustik, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum: a) für Physiker, 6, b) für Chemiker, 4; Physikalische Spezialuntersuchungen, tägl.; Repetitorium der Physik für Mediziner und Pharmazeuten, 1 *g.* — **Abbe**: Wird nicht lesen. — **Auerbach**: Einleitung in die theoretische Physik, 3; Mechanische Wärmetheorie, 2; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Musik, 1. — **Straubel**: Krystallphysik, 2. — **Rau**: Technische Mechanik I, einschliesslich graphische Statik, Elastizität und Festigkeit, 4, Übungen, *g.* —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Wolff), tägl., für Mediziner, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Duden und Rabe), tägl., *g.* — **Wolff**: Analytische Chemie, 3; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Duden**: Fortschritte der anorganischen Chemie, 2. — **Immendorff**: Anorganische und organische Chemie für Landwirte, 5; Agrikulturchemisches Seminar, 14tägig, $1^1/_2$ *g.*; Grosses und kleines chemisches Praktikum für Landwirte (mit Lemmermann). — **Vongerichten**: Die Anwendung der Chemie in der Industrie, 2; Praktische Kurse: a) Darstellung und Prüfung der Farbstoffe, b) Bearbeitung spezieller technischer Aufgaben. — **Gaenge**: Gerichtliche Chemie, 1; Praktische Übungen in der Verwendung optischer Instrumente zu chemischen Untersuchungen, 2; Arzneimittellehre für Studierende der Zahnheilkunde, 2. — **Matthes**: Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, Vollpraktikum, tägl. ausser Sonnabend; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 1; Darstellung und Untersuchung chemisch-pharmazeutischer Präparate, Ausmittelung der Gifte, Halbpraktikum für Pharmazeuten, tägl. ausser Sonnabend; Pharmazeutische Chemie II: Organische Chemie, 2. —

Thomae: Anwendung der Infinitesimalrechnung auf Geometrie, 4; Bestimmte Integrale und Fouriersche Reihen, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Gutzmer**: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Analytische Mechanik, 4; Mathematisches Seminar (Mechanik), 1 *g.* — **Frege**: Differential- und Integralrechnung mit Übungen II, 5. — **Knopf**: Bestimmung der Bahnen der Himmelskörper, 3; Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, 1. —

Universität Innsbruck.

Exner: Mathematische Physik: Magnetismus, Elektrizität, Thermodynamik, 5; Seminar für mathematische Physik, 1 *g.* — **Czermak**: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Magnetismus und Elektrizität, 5; Praktische Übungen für Mediziner, 2 *g.*, für Vorgeschrittene, tägl. *g.* — **Radakovič**: Elastizität und Festigkeit, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für Anfänger, 6. — **Tollinger**: Instrumente und Beobachtungsmethoden der meteorologischen Beobachtungsstationen, 2. — **Hammerl**: Elektrische Energieverteilung: Licht und Kraft, 2. — **Trabert**: Einleitung in die Meteorologie, 2; Die Wärmeverhältnisse der Erde und ihre Veränderungen (mit höherer Rechnung), 2; Die Bewegungserscheinungen der Atmosphäre, insbesondere die Stürme, 1. —

Senhofer: Allgemeine Chemie für Lehramtskandidaten und Mediziner I: Anorganische Chemie, 5; Methoden der analytischen Chemie, 2 *g.*; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Praktische Anleitung zu analytisch-chemischen Untersuchungen für Mediziner, zweimal halbtägig, *g.* — **Hopfgartner**: Chemie einiger wichtiger Metalle, 1. — **Zehenter**: Chemische Technologie (anorganische Stoffe), 2. — **Otto Stolz**: Theorie der Doppelintegrale, 2; Elemente der Variationsrechnung, 1; Übungen zu beiden, 1; Theorie der Funktionen von komplexen Veränderlichen nach Cauchy und Weierstrass, mit Übungen, 3. — **Wirtinger**: Höhere Algebra, 3; Abelsche Funktionen, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Zindler**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 5; Mathematisches Seminar, 1 *g.* — **v. Oppolzer**: Astrometrische und astrophysikalische Übungen, 4; Mechanik eines starren Systems, 1. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Experimentalphysik, 4; Physikalisches Seminar (mit Sieveking), 1; Physikalisches Repetitorium (mit Sieveking), 1; Physikalisches Laboratorium, 6; Molekularphysik, 1. — **Arnold**: Gleichstromtechnik, 2; Wechselstromtechnik, 4; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Schleiermacher und Teichmüller), 6, II, 8. — **Meidinger**: Heizung und Ventilation der Wohnräume, mit Exkursionen, 2; Dynamomaschinen mit Rücksicht auf ihre Verwendung, 1. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Messkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 3; Elementarmechanik, 2. — **Teichmüller**: Elektrotechnische Messungen (magnetische Messungen, Messungen an Leitungen, Elektrizitätszähler), 2; Elektrische Leitungen, 2; Entwerfen von Leitungsanlagen, Übungen, 2. — **Bragstad**: Elektrische Bahnen, 2. — **Seltsam**: Telegraphie und Fernsprechwesen, 2. — **Benoit**: Pumpen und Gebläse, 2; Eisenbahnmaschinenwesen, 3; Entwerfen von Hebemaschinen, für Studierende des Maschinenwesens, 6, der Elektrotechnik, 3; Entwerfen von Hebemaschinen, Pumpen etc., für Studierende des Maschinenwesens, 6, der Elektrotechnik, 3; Maschinenzeichnen, Übungen, 2. — **Brauer**: Theoretische Maschinenlehre: Theorie der Turbinen, Mechanische Wärmetheorie, Getriebelehre, 6, Übungen, 3; Festigkeitslehre, 2; Untersuchungen an Dampfmaschinen, Dampfkesseln, Gaskraftmaschinen, Wasserkraftmaschinen und Arbeitsmaschinen, Materialprüfungen auf Elastizität und Festigkeit, Hydraulische Versuche, 3. — **Grassmann**: Dampfmaschinen und Kessel I, 2, II, 2; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, 6. — **Keller**: Maschinenelemente, 4; Maschinenkonstruktionen (Triebwerke etc.) für Studierende des Maschinenwesens, 8, der Elektrotechnik, 6, des Ingenieurwesens (Triebwerke, Hebezeuge etc.), 4; Bau der hydraulischen Motoren (Konstruktionsdetails für Wasserkraftanlagen und -Maschinen), 2. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Maschinenfabrikation, 2; Mechanische Technologie, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, Übungen, 2; Technologische Exkursionen. — **Bergmann**: Doppelte Buchführung für technische Anlagen, 1. —

Bunte: Chemische Technologie I: Gärungsgewerbe, Zuckerfabrikation, Brennerei, Brauerei etc., 2, II: Wasser, Beleuchtungstechnik, 2; Metallurgie, 1; Industrielle Feuerungen, 1; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), für Chemiker, 4, für Maschineningenieure, 3; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, 5 Tage; Übungen in der technischen Analyse für Vorgerücktere, tägl.; Technologische Exkursionen. — **Engler**: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium, 1; Theoretische Chemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Le Blanc**: Überblick über die theoretische und technische Elektrochemie, 2; Physikalische Chemie I: Stöchiometrie, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Analytische Chemie, 1. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2. — **Haber**: Chemische Technologie der Faserstoffe I: Faserstoffe, Teerfarbenfabrikation, 2; Chemie der Gase, 2; Gaschemische Übungen (mit Bunte), 2; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie vom Standpunkte der physikalischen Chemie, 2. — **Kast**: Industrie der Fette und Harze einschliesslich Petroleumindustrie, 2. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände, Übungen, 2. — **Scholl**: Chemie der Benzolderivate I und II, 2. — **Wöhler**: Analytische Chemie II, 2. —

Haussner: Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 2, Übungen, 1; Arithmetik und Algebra, 2, Übungen, 1. — **Heun**: Theoretische Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Behandlung von Problemen der theoretischen Mechanik, 2. — **N. N.**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Schur**: Darstellende Geometrie I und II, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Wedekind**: Höhere Mathematik II, 3. — **Disteli**: Projektionslehre mit Übungen, 2; Elemente der höheren Mathematik mit Übungen, 1. — **Haid**: Praktische Geometrie, 3; Höhere Geodäsie, 3; Geodätisches Praktikum I, für Ingenieure, Forststudierende und Geometer, 2, III, für Geometer, 3; Methode der kleinsten Quadrate, 2. —

Universität Kiel.

Weber: Einleitung in die theoretische Physik, 4; Physikalische Masseinheiten, 1 *g.*; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2. — **Lenard**: Experimentalphysik:

Allgemeine Physik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Praktikum für Anfänger, zugleich für Chemiker, Mediziner, Pharmazeuten, 7; Physikalische Untersuchungen Fortgeschrittener, tägl. ausser Sonnabend; Besprechung physikalischer Fragen, 1 *g.* —

Claisen: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum I, in der anorganischen Abteilung (mit Biltz) a) halbtägig, b) ganztägig, tägl. ausser Sonnabend, II, in der organischen Abteilung, nur ganztägig, tägl. — **Rügheimer:** Über die Alkaloide und deren Ermittelung bei Vergiftungsfällen, 1; Über pharmazeutisch wichtige Alkaloide, zur Ergänzung der vorhergehenden Vorlesung, 14tägig, 1 *g.*; Über chemische Dynamik, 2. — **Biltz:** Chemie der Metalle (Fortsetzung des Kollegs über anorganische Experimentalchemie), 3; Physikalische Chemie der Aggregatzustände, 2. — **Emmerling:** Agrikulturchemie (praktischer Teil), 1 *g.* — **Berend:** Über die Synthesen der organischen Chemie, 2. — **Stoehr:** Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Feist:** Chemie der Benzolderivate, 2; Besprechung neuerer Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie (4. Serie), 14tägig, *g.* —

Pochhammer: Elemente der Zahlentheorie, 3; Einleitung in die Funktionentheorie, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g.* — **Harzer:** Mechanik des Himmels (Schluss), 3; Übungen im numerischen Rechnen, 1 *g*; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, *g.* — **Stäckel:** Integralrechnung, 3; Differentialgeometrie krummer Flächen, 3; Natürliche Geometrie der Kurven, 1 *g.*; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g.* — **Kreutz:** Theorie der speziellen Störungen, 2; Astronomische Übungen, 1 *g.* — **Weinnoldt:** Darstellende Geometrie, Parallelprojektion und Perspektive, 4. —

Universität Königsberg.

Pape: Experimentalphysik II: Elektrizität und Magnetismus, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum; Dioptrik, 1 *g.* — **Volkmann:** Theorie der Wärme, 4; Physikalisch-praktische Übungen, für Anfänger und Vorgerückte, 6; Physikalisch-theoretische Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 1 *g.* — **Cohn:** Potentialtheorie, 3; Ausgewählte Kapitel der Geodäsie, 2 *g.* —

Lossen: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum, tägl.; Kleines chemisches Praktikum; Ausgewählte Kapitel der theoretischen Chemie, 1 *g.* — **Klinger:** Anorganische Chemie, 4; Darstellung und Prüfung offizineller Arzneimittel, 2; Übungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Besprechung neuerer chemischer Arbeiten (mit Kippenberger), 1 *g.* — **Stutzer:** Die Chemie der tierischen Ernährung, 4; Grosses chemisches Praktikum, tägl.; Kleines chemisches Praktikum, 10; Seminaristische Übungen aus dem Gebiete der Agrikulturchemie, *g.* — **Blochmann:** Technische Chemie I: Metallurgie, 2; Über die für analytische Untersuchungen, sowie für die chemisch-technischen Betriebe bestehenden Vereinbarungen und gesetzlichen Bestimmungen, 1 *g.* — **Kippenberger:** Ausgewählte Kapitel der Chemie, 2; Technik der elektrochemischen Betriebsanlagen, 1 *g.* — **Löwenherz:** Einleitung in die organische Chemie, 1; Die Grundlehren der physikalischen Chemie für Mediziner und Chemiker, 1 *g*; Repetitorium der Physik für Mediziner und Chemiker, 1 *g.* —

Struve: Einleitung in die Himmelsmechanik, 3; Störungstheorie für Fortgeschrittene, *g.*; Übungen im Beobachten und Rechnen, zweimal, *g.* — **Meyer:** Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g.*; Anwendungen der Differentialrechnung auf Geometrie (Differentialgeometrie), 4, Übungen, 1 *g.* — **Schoenflies:** Anwendungen der elliptischen Funktionen auf Geometrie, Mechanik und mathematische Physik, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g.* — **Saalschütz:** Einleitung in die algebraische Analysis, 4, Übungen, 1 *g.*; Theorie der Fourierschen Reihen, 2 *g.* — **Vahlen:** Invariantentheorie, 3; Theorie der geometrischen Konstruktionen (Schluss), 1 *g.* —

Universität Lausanne.

Henri Dufour: Experimentalphysik: Wärmelehre, Akustik, geometr. Optik, 5; Landwirtschaftliche Meteorologie, 2 *g.*; Praktische Arbeiten im Laboratorium für Anfänger, 1 Nachmittag; Ausgewählte Kapitel der Physik, 3. — **Mayor:** Mechanik, 5, Übungen, 1; Mathematische Physik, 2; Graphische Statik I, 2. — **Palaz:** Elektrotechnik I: Theoretischer Teil, 3, II: Verteilung der elektrischen Energie, 3, Übungen; Elektrische Installationen, 2; Elektromechanische Konstruktionen, 2; Arbeiten im Laboratorium für Elektrotechniker. — **Gaillard:** Elektromechanische Konstruktionen, 2. — **Mercanton:** Ausgewählte Kapitel der theoretischen und experimentellen Physik, 1; Elektrische Messungen I, 1, III, 1. — **Bonard:** Die Physik der krystallisierten Materie, 1. — **P. Dutoit:** Physikalische Chemie, 2, Übungen, 4; Theoretische Elektrochemie, 2; Angewandte Elektrochemie, 2; Arbeiten im Laboratorium, tägl. — **Reiss:** Theoretische Photographie und Praktikum, 2. —

Brunner: Anorganische Chemie, 5; Toxikologie, 1; Aromatische Reihe (Fortsetzung), 1 *g.*; Arbeiten im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend; Pharmazeutische Chemie, 2. — **Chuard:** Volumetrische Analyse, 1; Ausgewählte Kapitel der landwirtschaftlichen Chemie, 2; Spezielle Chemie (Einführung in die technische Chemie), 2. — **Brélaz:** Technische Analyse, 1; Technische Chemie II: Spezieller Kurs, 2. — **Pelet:** Technische Chemie, Herstellung der chemischen Produkte I, 2; Die Farbstoffe I, 2; Parfümerien und synthetische Arzneimittel, 2; Laboratorium der industriellen Chemie, 4 Nachmittage. — **Bourget:** Physiologische Chemie mit Übungen, 1 Nachmittag. —

Amstein: Differential- und Integralrechnung I, 6, Übungen, 2, II, 2, Übungen, 2; Funktionentheorie, 3; Elemente der Differential- und Integralrechnung (für die Studierenden der Physik und Naturwissenschaften), 3. — **Joly:** Beschreibende Geometrie I, 5, Übungen, 1 Nachmittag; Analytische Geometrie, 2; Geometrie der Lage, 2; Flächenkurven, 2. — **Maillard:** Astronomie: Sphärische Trigonometrie, sphärische Astronomie etc., 3; Mathematische Entwicklung der Elemente der himmlischen Mechanik, 1. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik II: Licht, Magnetismus, Elektrizität, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Praktikum, 9; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **v. Oettingen:** Meteorologie, 1 *g.* —

Wislicenus: Organische Experimentalchemie, 5; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Metalle, 1½ *g*; Chemisches Vollpraktikum, für Analytiker, tägl., für Vorgerücktere (mit Stobbe und Rassow), tägl.; Chemisches Halbpraktikum, tägl. ausser Sonnabend. — **Ostwald:** Elemente der allgemeinen und physikalischen Chemie, 3; Chemisches Praktikum, tägl.; Physikalisch-chemisches Praktikum, tägl.; Besprechung wissenschaftlicher Arbeiten, 1 *g.* — **Beckmann:** Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Besprechung pharmazeutisch-chemischer Präparate (organischer Teil), 2 *g.*; Chemisches Praktikum, tägl.; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Pharmazeutisch-toxikologisches Praktikum, halbtägig; Chemisches Praktikum für Mediziner. — **Stobbe:** Organische Experimentalchemie III: Die heterozyklischen Verbindungen, 2; Chemie der Kohlenstoffringe (Verbindungen mit kondensierten Benzolkernen, Polymethylene und hydroaromatische Substanzen), 1. — **Wagner:** Einführung in die Analyse, 1; Chemisches Praktikum für Lehrer (Analyse und Schulversuche), tägl. — **Rassow:** Chemische Technologie, organische Betriebe (Cellulose, landwirtschaftliche Gewerbe, Fette, natürliche Farbstoffe), mit Exkursionen, 2; Chemische Technologie der Teerfarbstoffe, 2. — **Luther:** Besprechung neuerer Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie, 2, Seminar, 1 *g.* — **Bodenstein:** Angewandte Elektrochemie, 2. — **Henze:** Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2. — **Reinisch:** Lötrohrübungen (qualitativ), 2. — **Rothmund:** Wird später ankündigen. —

Neumann: Differential- und Integralrechnung, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Bruns:** Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmasslehre, 4; Mechanik des Himmels, 2; Praktische Übungen in der Sternwarte (mit Peter), *g.* — **Mayer:** Variationsrechnung, 4. — **Hölder:** Elliptische Funktionen, 4; Partielle Differentialgleichungen, 2; Mathematisches Seminar, 1 *g.* — **Engel:** Determinanten und algebraische Gleichungen, 4, Übungen, 1 *g.*; Theorie der Transformationsgruppen (Fortsetzung), 2, Übungen, 1 *g.* — **Peter:** Astronomische Ortsbestimmungen, 1; Übungen im Berechnen von Ephemeriden und Bahnen, 1. — **Hausdorff:** Analytische Mechanik, 3, Übungen, 1 *g.* — **Liebmann:** Analytische Geometrie des Raumes, 2; Theorie der bestimmten Integrale, 2; Darstellende Geometrie, 2, Übungen, 1 *g.* —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik: Lehre von der Wärme, dem Magnetismus und der Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum (mit Feussner), 6; Leitung selbständiger Untersuchungen, tägl.; Physikalisches Kolloquium (mit Feussner), 2 *g*. — **Feussner**: Die Lehre von der Wärme, besonders mechanische Wärmetheorie, 4. —

Zincke: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie für Chemiker und Mediziner, 5; Repetitorium über anorganische Chemie für Mediziner, 1; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Schenck), tägl.; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner (mit Schenck), 4. — **E. Schmidt**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Über Prüfung der Arzneimittel, 1; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, tägl. — **Schaum**: Physikalische Chemie, 3; Mathematische Ergänzungen zur physikalischen Chemie, 1 *g*.; Interferenz und Polarisation, 1. — **Fittica**: Analytische Chemie, 4; Ältere Geschichte der Chemie, 1. — **N. N.**: Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, 2; Ausmittelung der Gifte, 1 *g*. — **Schenck**: Spezielle anorganische Chemie, 3; Elektrochemisches Praktikum, 3. — **Reissert**: Chemie der Benzolderivate, 2. —

Schottky: Algebraische Analysis, 3; Elliptische Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Hess**: Integralrechnung, 5; Sphärische Trigonometrie und deren Anwendungen, 2; Übungen des mathematischen Seminars: a) für Anfänger, 1½, b) für Vorgeschrittene, 1½. — **v. Dalwigk**: Analytische Geometrie des Raumes (besonders Flächen zweiten Grades), 4; Analytische und graphische Statik mit Übungen, 2; Höhere Kapitel aus der analytischen Geometrie, 1 *g*. — **Jung**: Algebra, 4; Differential- und Integralrechnung im Anschluss an Nernsts Differentialrechnung (für Chemiker), 4. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik I, 5; Praktische Übungen im Laboratorium (mit Graetz und Zehnder), 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Graetz**: Analytische Mechanik, 5; Elektronentheorie, 1. — **Zehnder**: Über Kathodenstrahlen, X-Strahlen und verwandte Strahlen, mit Demonstrationen, 1. — **Donle**: Einführung in die elektromagnetische Theorie des Lichtes, 2. — **Erk**: Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, unter besonderer Berücksichtigung der Forst- und Landwirte, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der Meteorologie, tägl. *g*. —

v. Baeyer: Unorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit K. Hofmann und Piloty in der unorganischen, mit Königs und Willstätter in der organischen Abteilung), tägl. ausser Sonnabend. — **Hilger**: Pharmazeutische Chemie I, 4; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Nahrungsmittelchemie: Gärungserscheinungen, Gärungsgewerbe, Milch- und Molkereiprodukte, 2 *g*.; Grundzüge der physiologischen Chemie, 1 *g*.; Chemisches Praktikum: Arbeiten auf dem Gesamtgebiete der angewandten Chemie, speziell der Nahrungsmittel, physiologische Chemie und elektrochemische Arbeiten (mit Weinland), halb- und ganztägig. — **Königs**: Alkaloide, 1 *g*. — **K. Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie: Metalloide und Schwermetalle, 3; Praktikum für Gasanalyse, 4; Praktikum für Spektralanalyse, 2. — **Piloty**: Analytische Chemie (qualitative und quantitative Gewichtsanalyse), 3; Elektrolytisches Praktikum, ganztägig. — **Willstätter**: Benzolderivate, 4; Konversatorium über organische Chemie, 1. — **Dieckmann**: Chemie der Fettreihe, 2. — **R. Weinland**: Prüfung und Wertbestimmung der Arzneimittel nach dem deutschen Arzneibuch 2. (organischer) Teil, 1 *g*. —

G. Bauer: Vorlesung noch unbestimmt; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **F. Lindemann**: Theorie der Funktionen einer komplexen Variabeln, 4; Anwendungen der Infinitesimalrechnung auf die Theorie der Kurven und Flächen im Raume, 4; Über das Problem der Quadratur des Kreises, 2; Mathematisches Seminar, 1½ *g*. — **Pringsheim**: Differentialrechnung, 5; Zahlentheorie, 3. — **Brunn**: Einleitung in die mathematische Auffassung der Naturwissenschaften nebst Elementen der mechanischen Wärmetheorie, für Chemiker, 4; Probleme der Analysis situs, 2. — **Döhlemann**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 3; Die Transformation durch reziproke Radien und deren Anwendungen, 2; Kinematik (Geometrie der Bewegung), 1 *g*. — **Ed. v. Weber**: Analytische Geometrie der Ebene, mit Übungen, 5; Differentialgleichungen, 4. — **Korn**: Mathematische Vorkenntnisse zum Studium der theoretischen Physik, 5; Das Problem der Eigenschwingungen kompressibler Systeme, 2 *g*. — **Göttler**: Algebraische Analysis, 4. — **Seeliger**: Die Grundlehren der Astronomie in elementarer Darstellung, 4; Astronomisches Kolloquium, *g*. — **Anding**: Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 4; Wahrscheinlichkeitsrechnung und Methode der kleinsten Quadrate, 2. —

Technische Hochschule München.

Ebert: Experimentalphysik: Mechanik, Wärmelehre, Reibungs-, Berührungs- und Thermoelektrizität, 6; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik, 48. — **Knoblauch**: Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik, 48; Anwendungen der Thermodynamik auf physikalisch-chemische Erscheinungen, 2. — **Fischer**: Mechanische Wärmetheorie, 2, Übungen, 1. — **Schröter**: Mechanische Wärmetheorie (Technische Thermodynamik), 2, Übgn., 1; Theoretische Maschinenlehre I, 3, II, 2, Übungen, 2. — **Emden**: Grundzüge der Theorie der Fourier'schen Reihen, Kugelfunktionen und Cylinderfunktionen und Anwendung derselben auf physikalische Probleme, 3; Übungen in der Anwendung der harmonischen Funktionen auf physikalische Probleme, 1. — **Edelmann**: Photographie mit besonderer Berücksichtigung der Lichtpause- und Vervielfältigungsprozesse, 1. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, 3; Elektrotechnik für Maschineningenieure und Chemiker, 2; Beleuchtungstechnik und Konstruktion der Bogenlampen, 2; Telegraphie und Telephonie, 2. — **Heinke**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Elektrotechnische Messkunde, 2; Elektrotechnisches Praktikum I: Messtechnik und Photometrie, 8, für Vorgeschrittene, 20 bis 32; Elektrische Arbeitsübertragung und Centralanlagen, 2. — **Gleichmann**: Elektrische Schalt- und Regulierapparate, 1; Elektrische Bahnen, 2. — **Ossanna**: Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Gleichrichtern und Transformatoren, 8; Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen I: Gleichstrommaschinen und Umformer, 3, III: Transformatoren und Asynchronmotoren, 3; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4. — **v. Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile I, 6; Entwerfen von Maschinenteilen I, für Maschineningenieure, 8, für Elektroingenieure, 6; Dampfkessel und deren Feuerungen, 2. — **Ultsch**: Konstruktionslehre der Arbeitsmaschinen I, 2, II, 2; Entwerfen von Arbeitsmaschinen I, 6; Elementare Mechanik als Einleitung in die allgemeine Maschinenlehre, 2; Allgemeine Maschinenlehre a) Maschinenteile, b) Arbeitsmaschinen I, 3. — **Camerer**: Wasserkraftmaschinen, 6. — **Lynen**: Entwerfen von Dampfmaschinen, 8; Konstruktionslehre der Eisenbahnmaschinen, 4. — **v. Linde**: Theorie der Kältemaschinen, 2. — **v. Hoyer**: Mechanische Technologie I, 6. —

Muthmann: Unorganische Experimentalchemie einschl. der Grundzüge der physikalischen Chemie, 6; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10 bis 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Schultz**: Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20 bis 30; Chemische Technologie I, 2, II, 4; Praktikum im chemisch-technischen Laboratorium, 20 bis 30. — **Eibner**: Chemie der Benzolderivate I, 2. — **Rohde**: Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie mit Berücksichtigung der Tageslitteratur, 1. — **Lipp**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Massanalyse II, 2; Brennmaterialien und Feuerungsanlagen mit Einschluss der technischen Gasanalyse I, 2. — **Hofer**: Theoretische Elektrochemie, 2. — **Baur**: Chemische Kosmographie, 1. — **Lintner**: Chemische Technologie des Wassers und der Kohlenhydrate I, 3; Gärungschemisches Praktikum, 30; Technologie und Warenkunde II, für Zolldienstaspiranten, 4. —

v. Braunmühl: Algebraische Analysis und Trigonometrie, 4, Übungen, 1; Projektivische Geometrie in synthe-

tischer Behandlung, 4, Übungen, 1; Mathematisch-historisches Seminar, 2. — **Finsterwalder**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 3; Theorie der optischen Instrumente, 2. — **v. Dyck**: Höhere Mathematik III, 5, Übungen, 3; Mathematisches Seminar (Kolloquium), (mit Finsterwalder), 2; Einleitung in die analytische Mechanik, 4. — **Anding**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Methode der kleinsten Quadrate, 2. — **Burmester**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 4. — **Schmidt**: Vermessungskunde I, 4, Praktikum I, 2 oder 4; Höhere Geodäsie und Ausgleichungsrechnung, 4; Katastermessungen, 3, Praktikum III, 8; Kartierungsübungen, 4. — **Bischoff**: Ausgleichungsrechnung (Praktikum), 1; Mechanisches und graphisches Rechnen, 1. — **Günther**: Methodik der mathematischen Geographie, 1. — **Föppl**: Technische Mechanik einschliesslich der Elemente der graphischen Statik und der analytischen Mechanik II: Graphische Statik, 3, III: Festigkeitslehre, 4, Übungen, 2. — **Kutta**: Einleitung in die Elastizitätstheorie und Hydrodynamik, 3. —

Universität Münster.

Hittorf: Liest nicht. — **Heydweiller**: Experimentalphysik II: Akustik, Magnetismus, Elektrizität, Optik, 4; Theoretische Optik, 2; Physikalische Übungen, 3 oder 6; Wissenschaftliche Untersuchungen im physikalischen Institut, tägl.; Physikalisches und physikalisch-chemisches Kolloquium, 2 *g.* — **Reinganum**: Hydrodynamik, 2. —

Salkowski: Organische Chemie II: Die cyklischen (aromatischen) Verbindungen, 4; Die Schwermetalle, 2 *g.*; Praktische Übungen und Leitung wissenschaftlicher Arbeiten, 35. — **König**: Analytische Chemie I, 1; Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, 2 *g.*; Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, 39 *g.* — **Kassner**: Pharmazeutische Chemie (organischer Teil) mit Demonstrationen und Experimenten, 4; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Brennstoffe und ihrer Ausnutzung, 1; Pharmazeutisch-chemische und toxikologische Übungen im Laboratorium. Darstellung chemischer Präparate. Für Geübtere Bearbeitung wissenschaftlicher oder technischer Themata, 30; Massanalyse, 1 *g.* —

Killing: Analytische Mechanik II, 4; Analytische Geometrie II, 3, Übungen, 1 *g.*; Theorie der Transformationsgruppen, 2; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g.* — **v. Lilienthal**: Differential- und Integralrechnung II, 4; Einleitung in die Theorie der Differentialgleichungen, 4; Übungen des mathematischen Oberseminars, 1 *g.* — **Dehn**: Elliptische Funktionen, 3; Graphische Statik, 2; Übungen zur Funktionentheorie, 1 *g.* —

Universität Prag.

Lecher: Experimentalphysik I, 5; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, tägl. *g.* — **v. Geitler**: Physikalisches Praktikum I für Physiker und Mathematiker, 6, für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Physikalische Messmethoden, 2; Theorie der verdünnten Lösungen, 2. — **Lippich**: Theoretische Mechanik, 3; Potentialtheorie, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Spitaler**: Allgemeine Meteorologie I, 3; Ozeanographie, 1. — **Goldschmiedt**: Anorganische Chemie, 5; Chemische Experimentierübungen, 2; Chemische Übungen, ganz- und halbtägig, tägl., für Mediziner, 10; Übungen in sanitätspolizeilich-chemischen Untersuchungen, halbtägig, tägl. ausser Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. *g.* — **Gintl**: Anleitung zur Ausführung gerichtlich-chemischer Untersuchungen mit praktischen Übungen, 4. — **Brunner**: Pharmazeutische Chemie, 5. — **v. Garzarolli**: Analytische Chemie mit Demonstrationen, 3. — **Meyer**: Übungen in chemischen Berechnungen, 1. — **Kirpal**: Pyridinderivate, 1. —

Bick: Differential- u. Integralrechnung, 5; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Gmeiner**: Analytische Geometrie, 3; Doppelintegrale, 2; Analytisch-geometrische Übungen, 1 *g.* — **Weiss**: Elemente der darstellenden Geometrie, 2. — **Weinek**: Sphärische Astronomie II, 3. — **Oppenheim**: Elemente der höheren Geodäsie, 2; Geschichte der Astronomie von Newton bis in die neueste Zeit, 1. —

Technische Hochschule Prag.

N. N.: Physik, 5; Ausgewählte Kapitel für Chemiker, 2. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 4, Repetitorium, 3; Ausgewählte Kapitel der Wechselstromelektrotechnik, 1. — **Pichl**: Meteorologie und Klimatologie, 3. — **Doerfel**: Maschinenlehre, 5, Repetitorium, 2; Maschinenbau II, 2, Repetitorium, 4. — **Baudiss**: Maschinenbau II, 4, Repetitorium, 6; Maschinenbau, ausgewählte Kapitel, 2. — **Stark**: Enzyklopädie der Mechanik II, 2; Mechanik I, 6, Repetitorium, 1; Graphische Statik, 2, Repetitorium, 2; Materialienlehre, 1; Baumechanik I, für Hörer des kulturtechnischen Kurses, 2. — **Schiebel**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Technisches Zeichnen (Maschinenzeichnen), 4; Maschinenbau I (1. Teil), 2, I (2. Teil), 4, Repetitorium, 8. — **Mikolaschek**: Mechanische Technologie I, 5, III, 5. —

Gintl: Allgemeine Experimentalchemie der Mineralstoffe, 5; Allgemeine Experimentalchemie der Kohlenstoffverbindungen, 4; Praktische Übungen in der Ausführung chemischer Operationen und Darstellung von Präparaten, 6; Analytische Chemie (qualitative), 2; Praktische Übungen in der qualitativen Analyse, 19; Analytische Chemie (quantitative), Repetitorium, 2; Praktische Übungen in der quantitativen Analyse, 24; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen für Geübtere, 15; Chemie der Nahrungs- und Genussmittel und über die Methode der chemischen Untersuchung derselben, 2, Repetitorium, 6. — **Storch**: Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Repetitorium, 2; Chemie der Metalle und technischen Metallgewinnung, 2; Massanalyse und chemische Arithmetik, 1; Physikalische Chemie, Elektrochemie, 3; Theorie der cyklischen Verbindungen, 2; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen für Geübtere, 15. — **Czapek**: Mikroskopierübungen, 3; Technische Mykologie, 2; Warenkunde und technische Mikroskopie, 3. — **Zulkowski**: Chemische Technologie anorganischer Stoffe I, $6^1/_2$; Übungen im chemisch-technischen Laboratorium, 20; Übungen über praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 4. — **Gintl jun.**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Praktische Übungen in der Ausführung von Heizgasuntersuchungen, 1; Elementaranalyse organischer Verbindungen, 2, Repetitorium, 2. —

Weiss: Mathematik I, 6, Repetitorium, 2; Elemente der höheren Mathematik, 6, Repetitorium, 1; Analytische Mechanik, 2. — **Grünwald**: Mathematik II, 5, Repetitorium, 2; Differentialgleichungen und deren Anwendung auf Geometrie und Mechanik, 2. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 4, Repetitorium, 8; Geometrie der Lage, 3. — **Ruth**: Elemente der niederen Geodäsie, 3, Repetitorium, 2; Niedere Geodäsie I, $4^1/_2$, Repetitorium, 2; Höhere Geodäsie, 3, Repetitorium, 2; Technisches Zeichnen A: Plan- und Terrainzeichnen, 4; Geodätisches Rechnen, 2. —

Universität Rostock.

Matthiessen: Experimentalphysik II: Wellenlehre, Akustik, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Theorie der Interferenzen, 2; Kleines physikalisches Praktikum für Mediziner, Mathematiker, Chemiker und Pharmazeuten, 12; Grosses physikalisches Praktikum für Geübtere (mit Wachsmuth), tägl. — **Wachsmuth**: Mechanische Wärmetheorie, 3; Physikalisches Kolloquium (mit Kümmell), 14tägig, 2 *g.* — **Kümmell**: Thermochemie, 2; Atomtheorie, 1; Kleines physikalisch-chemisches Praktikum, 3; Grosses physikalisch-chemisches Praktikum (Leitung selbständiger Arbeiten), tägl. ausser Sonnabend. —

Michaelis: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen im Laboratorium: a) Grosses Praktikum, tägl. ausser Sonnabend, b) Kleines Praktikum, 9, c) Übungen für Mediziner, 4, d) für Nahrungsmittelchemiker, 4; Pharmazeutische Präparatenkunde, 2 *g.* — **Heinrich**: Grosses agrikulturchemisches Praktikum, tägl. — **Stoermer**: Analytische Experimentalchemie, 4; Gerichtliche Chemie, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie, 3. — **Kunckell**: Titriermethoden des Arzneibuches und Repetitorium der pharmazeutischen Chemie, 2; Einführung in die Nahrungsmittelanalyse für Pharmazeuten, 1 *g.* —

Staude: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Elliptische Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g.* —

Universität Strassburg.

Braun: Experimentalphysik II: Akustik, Wärme, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen, 5 oder 10; Übersichtskursus

für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. ausser Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **Cohn**: Elektrodynamik mit Einschluss der elektromagnetischen Theorie des Lichts, 3. Seminaristische Übungen, 1 *g.* — **Zenneck**: Elektromagnetische Schwingungen (experimentell) II: Schnelle Schwingungen und deren praktische Verwendung, 1. — **Hergesell**: Grundzüge der Meteorologie, 2; Meteorologische Arbeiten im meteorologischen Institut, tägl. *g.* — **Cantor**: Physikalische Chemie, 2, Praktische Übungen, 4. —

Thiele: Experimentalchemie, anorganischer Teil, 5; Chemische Übungen und Untersuchungen im Laboratorium, tägl. ausser Sonnabend. — **Rose**: Chemische Technologie der Metalloide, 5. — **Erlenmeyer**: Repetitorium der organischen Chemie, 2; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere (mit Kreutz), tägl. — **Köhl**: Grundzüge der theoretischen Chemie, 2. — **Kreutz**: Die Zusammensetzung und Untersuchung der menschlichen Nahrungsmittel und der Nachweis der Verfälschungen, 1. — **Kohlschütter**: Spezielle anorganische Chemie I, 3; Praktikum für Gasanalyse, 3. — **Schär**: Pharmakognosie, 4; Toxikologie (für Pharmazeuten), 2; Pharmakognostische Demonstrationen, 1 *g.*; Übungen und Untersuchungen im Laboratorium des pharmazeutischen Instituts, tägl. ausser Sonnabend; Pharmakognostisches Praktikum, 4. —

Roth: Algebraische Analysis und Determinanten, 3; Analytische Geometrie des Raumes, 2; Gewöhnliche Differentialgleichungen, 2 *g.* — **Krazer**: Differential- und Integralrechnung, 4; Analytische Geometrie der Ebene, 3; Übungen des mathematischen Seminars (untere Abteilung), 2. — **Reye**: Geometrie der Lage, 3; Analytische Mechanik, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 2 *g.* — **Weber**: Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 4; Ausgewählte Kapitel der Algebra, 2; Mathematisches Oberseminar, 1½; Mathematisches Kolloquium, 14tägig. — **Becker**: Theorie der speziellen Störungen und Einleitung in die Theorie der allgemeinen Störungen, 3; Die Doppel- und mehrfachen Sterne, 1; Astronomische Beobachtungen an den Instrumenten der Sternwarte; Seminaristische Übungen (Kolloquium), *g.* — **Wislicenus**: Photometrie des Himmels, 1; Geometrische Optik, 1; Die Grundlehren der Astronomie in gemeinverständlicher Darstellung, 1 *g.*; Besprechung der neuesten litterarischen Erscheinungen auf astronomischem Gebiete, 1 *g.* —

Technische Hochschule Stuttgart.

Koch: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, Elektrostatik, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium, tägl.; Theoretische Physik: Potentialtheorie in Anwendung auf Elektrostatik und Magnetismus, elektrische Ströme, 2; Meteorologie, 1. — **Englisch**: Theoretische Photographie mit Demonstrationen, 1. — **Veesenmeyer**: Elektrotechnik, 6; Die Gleichstromerzeuger, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 8. — **Herrmann**: Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 2; Theorie der Wechselströme, 2. — **Dietrich**: Elektrotechnische Messkunde, 4; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium II, für Vorgerücktere (mit Herrmann, Heinrich und Brühn), täglich ausser Sonnabend; Elektrotechnisches Seminar (mit Veesenmeyer und Herrmann), 1. — **Autenrieth**: Technische Mechanik, 6, Übungen II für Maschineningenieure, 2. — **v. Weyrauch**: Mechanische Wärmetheorie, 4. — **Berg**: Maschinenzeichnen, 8; Schattenkonstruktionen und Perspektive für Maschineningenieure, 8; Pumpen, Übungen, 4. — **Ernst**: Maschinenelemente (mit Kirner), 6, Konstruktionsübungen, 11; Hebezeuge (mit Kirner), 2. — **Thomann**: Fabrikanlagen I, 1, II mit Übungen, 2; Maschinenkonstruktionen (mit Dietrich), 10; Maschinenkunde mit Übungen, 4. — **Bantlin**: Dampfmaschinen, 6; Elastizitätslehre, 2, Übungen, 1; Maschinenkonstruktionen (mit Kloth), 8 oder 6. — **v. Bach**: Ingenieurlaboratorium mit Übungen (mit Roser), 4; Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Nallinger**: Eisenbahnfahrzeuge, 3. —

Hell: Allgemeine Experimentalchemie, 4; Übungen im Laboratorium für allgemeine Chemie (mit Kehrer, Kauffmann und Gansser); Organische Chemie, 5. — **Kehrer**: Analytische Chemie, 2. — **Schmidt**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Chemie, 2; Praktische Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 2; Populäre Vorlesungen über Chemie, 2. — **Kauffmann**: Physikalische Chemie, 1; Chemisch-physikalisches Kolloquium, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Seel**: Chemisch-pharmazeutisches Praktikum, 4; Ausgewählte Kapitel der pharmazeutischen Chemie, 2; Gewinnung, Untersuchung und Beurteilung der wichtigsten Nahrungs- und Genussmittel, 1 *g.* — **N. N.**: Chemie der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Spindler**: Physiologisch-chemische Analyse, 2. — **Philip**: Massanalyse, 1. — **Häussermann**: Technische Chemie, 2; Chemische Technologie der Brenn- und Leuchtstoffe, 2; Farbenchemie, 3; Übungen im Laboratorium für chemische Technologie (mit Schmidt). —

Hohenner: Trigonometrie, 2, Übungen, 1 oder 2; Plan- und Geländezeichnen II (mit Heer und Eoll), 2; Katastermessungen mit Übungen, 4; Markscheidekunst, 1, Übungen, 1. — **Roth**: Niedere Analysis, 4. — **Bretschneider**: Repetitionen in niederer Mathematik, 1. — **Cranz**: Elemente der Differential- und Integralrechnung mit Übungen, 4. — **Reuschle**: Analytische Geometrie der Ebene (mit Roth), Übungen, 1; Analytische Geometrie des Raumes (mit Roth), 2, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der neueren analytischen Geometrie der Ebene und des Raumes einschliesslich Invariantentheorie, 3; Differential- und Integralrechnung II (mit Roth), 2, Übungen, 2, III (mit Roth), 2, Übungen, 1; Mathematisches Seminar (mit Mehmke), 1. — **Wölffing**: Höhere Algebra, 3; Variationsrechnung, 1 *g.* — **Mehmke**: Darstellende Geometrie (mit Roth), 4, Übungen, 6; Synthetische Geometrie (mit Roth), 3, Übungen, 1; Graphisches Rechnen, 1. — **N. N.**: Schattenkonstruktionen und Beleuchtungskunde, 4. — **Hammer**: Praktische Geometrie, 3, Übungen, 10; Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Abbildungen der Erdoberfläche auf die Ebene (Kartenprojektionen), 1, Übungen, 1; Astronomische Zeit- und direkte geographische Ortsbestimmung, 2, Übungen. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik II: Schall, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 8; Physikalisches Kolloquium, 1; Selbständige Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Einleitung in die theoretische Physik und Theorie der Wärme, 3, Übungen, 2; Meteorologie, 1. —

v. Hüfner: Organische Chemie, 4; Praktisch-chemische Übungen für Anfänger (mit Küster), I (qualitativ), 6, II (quantitativ), 6; Leitung physiologisch-chemischer Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Wislicenus**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, für Anorganiker, ganz- und halbtägig, für Organiker (mit Bülow), tägl. ausser Sonnabend; Leitung selbständiger Arbeiten. — **Bülow**: Chemie des Benzols und seiner Derivate, 2; Leitung selbständiger Untersuchungen, tägl.; Ausgewählte Kapitel aus der organischen Grossindustrie, 1. — **Küster**: Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie für Mediziner, 2. — **Wedekind**: Moderne organische Probleme, 1; Chemie der Fettreihe mit besonderer Berücksichtigung der Kohlensäurederivate und der Cyanverbindungen, 2. — **Dimroth**: Natürliche organische Farbstoffe, 1; Leitung selbständiger Untersuchungen, tägl. —

v. Brill: Einführung in die höhere Mathematik, 4; Über nichtstarre Systeme und die Mechanik von Hertz, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Stahl**: Höhere Algebra, 3; Anwendungen der Funktionentheorie, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Maurer**: Bestimmte Integrale, 2; Differentialgleichungen, 2; Einleitung in die Theorie der Ternärformen, 1, Übungen, 1; Übungen in der höheren Analysis, 2. —

Universität Wien.

v. Lang: Experimentalphysik für Philosophen und Mediziner I, 4. — **Boltzmann**: Analytische Mechanik, 5; Mathematisch-physikalisches Seminar, 1; Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1 *g.* — **Exner**: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6; Physikalisches Praktikum für Chemiker und Naturhistoriker, 5; Physikalische Übungen für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Konversatorium, 1 *g.* — **Jäger**: Elemente der theoretischen Physik III: Elektrizität und Magnetismus, 3; Akustik, 2. — **Moser**: Experimentalphysik für Hörer der Medizin und der Philosophie (insbesondere Elektrizität und Optik), 3; Physikalische Bedeutung mathematischer Begriffe, 2; Demonstrationen und Übungen an und

mit physikalischen Apparaten als Ergänzung der Experimentalvorlesung, 1. — **Lampa**: Physikalisches Praktikum (für Mediziner), 2. — **Benndorf**: Übungen im physikalischen Rechnen, 2. — **v. Schweidler**: Die elektrischen Entladungen in Gasen, 2. — **Meyer**: Elektrochemie, 1. — **Hasenöhrl**: Mechanische Wärmetheorie, 2. — **Mache**: Elektrodynamik, 2. — **Hann**: Allgemeine Meteorologie, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Physik der Atmosphäre, $1^1/_2$; Über Meeresströmungen und Meereswellen, 1. — **Pernter**: Meteorologische Optik, 3. —

Lieben: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, 40; Chemische Übungen für Mediziner, 4; Arbeiten im II. chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene, tägl. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie I, 5; Chemische Übungen für Anfänger, 40; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Lippmann**: Organische Chemie I: Chemie der Methanderivate, 3; Chemische Übgn. für Anfänger, 40; Arbeiten im chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene, tägl. — **Herzig**: Analytische Chemie (qualitativer Teil), 2; Analytische Chemie (quantitativer Teil), 2; Übungen aus pharmazeutischer Chemie für Pharmazeuten im IV. Semester, 40. — **Fossek**: Liest nicht. — **Zeisel**: Die Zuckerarten, 2. — **Schacherl**: Ausgewählte Kapitel aus der Nahrungsmittelkunde, insbesondere für Kandidaten der Nahrungsmittelexpertise, 3. — **Blau**: Terpene und Kampfer, 1. — **Vortmann**: Liest nicht. — **Pomeranz**: Theoretische Chemie, 2. — **Franke**: Anleitung zur chemischen Analyse, 1; Methoden der qualitativen Analyse, 1. — **Pollak**: Geschichte der Chemie, 2; Organische Technologie, 1. — **Wenzel**: Anorganische Technologie (Metallurgie), 1; Über die physikalischen Eigenschaften der chemischen Verbindungen, 1. —

v. Escherich: Elemente der Differential- und Integralrechnung (unter besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse der Naturhistoriker, Physiker, Chemiker, Mediziner und Versicherungsmathematiker), 5, Übungen, 1; Proseminar für Mathematik, 1; Seminar für Mathematik, 2. — **Gegenbauer**: Integral- und Variationsrechnung, 3; Theorie der Kugel- und Cylinderfunktionen mit Anwendungen auf Probleme der theoretischen Physik, 2; Übungen im mathematischen Proseminar, 1; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Mertens**: Zahlentheorie, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2; Übungen im mathematischen Proseminar, 1. — **Kohn**: Einleitung in die synthetische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Invariantentheorie mit geometrischen Anwendungen, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik, 4, Übungen, 2. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik II, 3. — **Zsigmondy**: Liest nicht. — **Plemelj**: Potentialtheorie, 2. — **Daublebsky v. Sterneck**: Anwendungen der Differential- und Integralrechnung auf die Geometrie, 2; Additive Zahlentheorie, 1. — **Carda**: Einführung in die Theorie der Berührungstransformationen, 3. — **Weiss**: Theorie der Sonnenfinsternisse und verwandten Erscheinungen, 2; Theorie der Feuermeteore, 2. — **v. Hepperger**: Sphärische Astronomie, 4; Photometrie, 1 *g*. — **Schram**: Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Hartl**: Elemente der darstellenden Geometrie mit Konstruktionsübungen, 4; Geodätische Koordinaten mit Rechenübungen, $1^1/_2$. —

Technische Hochschule Wien.

Ditscheiner: Allgemeine und technische Physik, 5; Optik für die Hörer des geodätischen Kurses, 2; Physik für Chemiker, 2, Übungen, 1. — **Hochenegg**: Elektrotechnik, 4, Praktische Übungen und Untersuchungen, 4. — **Sahulka**: Theorie der Wechselströme und deren Anwendung in der Praxis, 3. — **Reithoffer**: Elektrische Kraftübertragung mittels Wechselstromes, 2. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahnsignalwesen, 2. — **Liznar**: Meteorologie und die wichtigsten Lehren der Klimatologie für Ingenieure, 2. — **Strache**: Beleuchtungswesen, 2. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre, 4. — **N. N.**: Maschinenbau I, $4^1/_2$, Konstruktionsübungen, $14^1/_2$, II, 5. — **v. Hauffe**: Konstruktionsübungen zum Maschinenbau II, 10. — **Englaender**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Maschinenzeichnen, 6. — **Meter**: Feuerungstechnik, Heizung, Lüftung und sonstige gesundheitstechnische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden, 3; Heizung und Lüftung von Wohnräumen, 1. — **v. Stockert**: Eisenbahn-Betriebsmittel, 2; Eisenbahnbetrieb, 3. — **Kick**: Mechanische Technologie I, 5, III, 5. — **Hauptfleisch**: Mechanische Technologie III, 5. —

Bauer: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5, Übungen, 20. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4, Übungen, 20. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie I und II, 5. — **Paweck**: Technische Elektrochemie, 2. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate, 2. — **Suida**: Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 2. — **Bamberger**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 3; Praktische Übungen in der Ausführung technischer Proben, 3. — **Feitler**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen und theoretischen Chemie, 1. — **Ulzer**: Technische Analyse organischer Stoffe, 2. — **v. Jüptner**: Chemische Technologie der anorganischen Stoffe, 5, Übungen 20; Technische Feuerungen. — **N. N.**: Chemische Technologie der organischen Stoffe, 5, Übungen, 20. — **v. Höhnel**: Warenkunde und technische Mikroskopie, 4, Übungen, 4. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. —

Allé: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **Czuber**: Mathematik II, 5; Grundlehren der höheren Mathematik, 4, Korrepetitionen, 2; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3. — **Sersawy**: Versicherungsmathematik, I, 3, II, 4. — **N. N.**: Darstellende Geometrie, 4; Konstruktives Zeichnen, 6. — **Schmid**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktives Zeichnen, 6; Projektive Geometrie I, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Finger**: Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik, 5; Enzyklopädie der Mechanik, 4; Analytische Mechanik, 2. — **Zsigmondy**: Elemente der reinen Mechanik in Verbindung mit graphischer Statik, 5. — **Tetmajer**: Technische Mechanik I, 4, Übungen, 2. — **Hermanek**: Hydromechanik, ausgewählte Kapitel, 1 oder 2. — **Schell**: Elemente der niederen Geodäsie, $4^1/_2$, Praktische Übungen; Praktische Geometrie, $4^1/_2$; Praktische Übungen; Situationszeichnen, 4. — **Tinter**: Methode der kleinsten Quadrate, $1^1/_2$; Sphärische Astronomie, 3; Höhere Geodäsie, 3; Übungen im Beobachten und Rechnen, 3; Geodätische Rechenübungen, $2^1/_2$. —

Universität Würzburg.

Wien: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, 5; Praktische Übungen im physikalischen Institut, 4 und 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Des Coudres**: Elektrizität und Magnetismus (Maxwellsche Theorie), 3; Wechselströme, Theorie und Praxis, 2 *g*. — **Seitz**: Einführung in die theoretische Behandlung physikalischer Fragen an der Hand von Beispielen, 1. —

Hantzsch: Anorganische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Tafel), a) ganztägig, b) halbtägig, c) für Mediziner, 4; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Tafel), tägl. — **Medicus**: Chemische Technologie, 4; Gerichtliche Chemie, 2; Praktikum für Pharmazeuten, halbtägig; Kurs technisch-chemischer Analysen, zwei halbe Tage; Praktikum in allen Richtungen der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, — halb- oder ganztägig. — **N. N.**: Analytische Chemie (Experimentalvorlesung, zugleich zur Ergänzung des analytisch-chemischen Praktikums), 3. — **Tafel**: Isocyklische Verbindungen, 2. — **Reitzenstein**: Die Entwicklung der chemischen Zeichensprache und Nomenklatur, 2. — **Ley**: Chemische Statik und Dynamik, 2. —

Prym: Differentialrechnung mit Einleitung in die höhere Analysis, 4, Übungen, 2 *g*.; Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen, 4; Ausgewählte Kapitel der Funktionentheorie, 2 *g*. — **Voss**: Algebra, 4; Analytische Mechanik I, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Selling**: Integration der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 3; Theorie der Planetenbewegungen, 3; Beschreibende Astronomie, 1 *g*. — **Rost**: Darstellende Geometrie I, 4; Einleitung in die analytische Geometrie der Ebene, 3; Elemente der Determinantentheorie, 2 *g*. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik, 5; Theoretische Physik, 2, Physikalische Übungen für Kandidaten des Sekundarlehramts; 2; Physikalisches Praktikum für Anfänger, $^1/_2$ Tag; Physikalisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Schaufel-

berger), tägl. — **Schaufelberger**: Repetitorium der Experimentalphysik, 1; Elektrotechnik, 2. —

Werner: Anorganische Experimentalchemie, 5; Stereochemie II, 1; Organische Chemie II, für Chemiker, 2; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere (präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten), tägl.; Elektrochemische Übungen, 2 Nachmittage *g.*; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag *g.*; Chemisches Halbpraktikum, für Studierende der Naturwissenschaften, halbtägig. — **Abeljanz**: Qualitative chemische Analyse, 2; Chemisches Kolloquium, 1 *g.*; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, 3 Tage; Anleitung zu medizinisch-chemischen Arbeiten im Laboratorium, 1; Chemisches Praktikum für Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgerücktere (Nichtchemiker), tägl.; Chemisches Praktikum für Lehramtskandidaten, $2^1/_2$ Tage; Chemische Übungen für Lehramtskandidaten, 2. — **Schall**: Leitfähigkeit, Lösungsmittel und Lösungstheorie, 2; Die innere Reibung der Flüssigkeiten und Lösungen, 1 *g.* — **Pfeiffer**: Terpene und Campher, 1; Ausgewählte Kapitel aus der Fettchemie, für Chemiker, 1. —

Burkhardt: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 4; Funktionen komplexer Grössen, 3; Potentialtheorie II, 1; Mathematisches Seminar, 2 *g.* — **Kraft**: Allgemeine Elektrizitätstheorie, 4; Analytische Theorie der Kurven und Flächen, 4. — **Weiler**: Analytische Geometrie I, 3—4; Darstellende Geometrie I, 3; Synthetische Geometrie I, 3; Analytische Geometrie mit Übungen, für Lehramtskandidaten, 2. — **Gubler**: Algebra mit Übungen, für Lehramtskandidaten, 2; Inhalt und Methode des mathematischen Unterrichts an Mittelschulen, 2; Moderne Geometrie des Dreiecks, 1; Elementar-mathematische Übungen, 1. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Theorie der Finsternisse und verwandten Erscheinungen, 2. —

Technische Hochschule Zürich.

H. F. Weber: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Messmethoden der Elektrotechnik, 4; Wechselstromsysteme und Wechselstrommotoren, 2; Elektromechanik, 2; Elektrotechnisches Laboratorium, 8 oder 16; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12 oder 24; Experimentelle Untersuchungen in Wechselstrom und an Wechselstrommotoren, 4. — **Weiss**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Optique théorique et expérimentale, 2; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4 und 8; Traveaux scientifiques, 4, 8 oder 24. — **Schweitzer**: Gleichstrommotoren, 1; Physik, 4, Repetitorium, 1. — **Denzler**: Bau und Betrieb elektrischer Bahnen II, 2; Ausgewählte Abschnitte über angewandte Elektrotechnik, 1. — **Tobler**: Elektrische Signalapparate für Eisenbahnen, 2; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik, 1 *g.*; Militärtelegraphie und -Telephonie, 1. — **Wyssling**: Elektrische Centralanlagen II, 2, Übungen und Konstruktionen, 3; Elektrische Kraftübertragung und Beleuchtung, 3, Repetitorium, 1. — **Weilenmann**: Meteorologie und Klimatologie, 7. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau I: Steuerungen, Regulatoren, 4, Übungen, 2; Gasmotoren (Einleitung), 1; Dampfkessel und ausgewählte Kapitel des Dampfmaschinenbaues, 2; Maschinenkonstruieren und Entwerfen vollständiger Dampfkraftanlagen, 6; Übungen in der kalorischen Abteilung, $^1/_2$ Tag. — **Prásil**: Hydraulische Motoren und Pumpen II, 4, Repetitorium, 1; Konstruktionsübungen, 12, über Fabrikanlagen, 4; Ausgewählte Kapitel über hydraulische Anlagen aller Art, 2, Übungen, $^1/_2$ Tag. — **Escher**: Mechanische Technologie II: Metallverarbeitung, 2, Repetitorium, 1; Mechanische Technologie IV: Spinnerei und Weberei (Fortsetzung), 2; Maschinenlehre, 4, Übungen, 4; Müllerei, 2; Technologisches Praktikum, 4. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen II, 2; Maschinenkonstruieren, 6. — **Fliegner**: Theoretische Maschinenlehre II: Wärmetheorie und Dampfmaschinen, 4, Übungen, 3. — **Herzog**: Mechanik II, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 2. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4; Maschinenbau (Elemente), 5, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 10. — **Schüle**: Baustatik, 3, Übungen, 2; Technologie des matériaux de construction II: fer et acier, 2, Repetitorium, 1; Übungen in Eisenkonstruktionen, 3. — **A. Weber**: Mechanik und Maschinenlehre, 4, Repetitorium, 1; Maschinenlehre, 2, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 4; Industrielle Einrichtungen und Bauten, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Barbieri**: Photographie I, 2; Photographisches Praktikum, 2. —

Bamberger: Anorganische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organische Chemie II: Benzolderivate, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16, 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Bosshard**: Beurteilung und Reinigung des Wassers für technische Zwecke, namentlich für Dampfkesselspeisung, 1. — **Treadwell**: Analytische Chemie I, 2; Gasanalyse mit Übungen, 1; Lebensmittelanalyse mit Übungen, 2; Chemie, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Constam**: Physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g.*; Anwendungen physikalischer Methoden in der Chemie (mit Lorenz), $^1/_2$ Tag; Physikalisch-chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Lorenz), tägl. — **Lorenz**: Allgemeine Elektrochemie, 2; Chemische Dynamik (Kinetik), 1; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, 4, für Vorgerücktere, 15. — **Gnehm**: Bleicherei, Färberei und Farbstoffe, 4, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Hartwich**: Pharmakognosie, 5; Toxikologie, 2; Technische Botanik I: Fasern und Stärke, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Mikroskopische Untersuchung pharmazeutischer Drogen, 2; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl.; Chemische Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln, tägl.; Mikroskopierübungen in der Nahrungsmittelkunde, 2 halbe Tage; Gerichtlich-chemisches Praktikum, 4 halbe Tage. — **Lunge**: Anorganische chemische Technologie, 4, Repetitorium, 1; Heizung, 2; Metallurgie, 2, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Schulze**: Anorganische Chemie mit Repetitorium, 4; Agrikulturchemie I: Pflanzenernährungslehre, 2; Landwirtschaftlich-chemische Technologie (Zucker- und Spiritusfabrikation, Chemie des Molkereiwesens), 2; Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, 8; Agrikulturchemisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Chemie der Milch und Milchprodukte, 2; Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Produkte, 1; Besprechung physiologisch-chemischer Arbeiten, 2. —

Hurwitz: Differentialrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1. — **Beyel**: Geometrische Einleitung in die graphische Statik, 2; Rechenschieber mit Übungen, 1; Darstellende Geometrie, 2. — **Decher**: Vermessungskunde, 5, Repetitorium, 1, Vermessungsübungen, 2; Erdmessung, mit Repetitorium, 2; Geodätisches Praktikum, 2. — **W. Fiedler**: Darstellende Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Geometrie der Lage, 4. — **Franel**: Calcul différentiel, 4, Répétition, 1, Exercices, 2; Théorie des équations différentielles, 4, Répétition, 1. — **Geiser**: Analytische Geometrie, 4, Repetitorium, 1; Elemente der Ballistik, 1. — **Hirsch**: Theorie der linearen Differentialgleichungen, 2. — **J. Keller**: Mathematik, 4; Theorie der Centralprojektion mit Anwendung auf die praktische Perspektive, 2; Projektivische Reihen und Büschel mit Anwendung auf die konstruktive Theorie der Kegelschnitte, 2; Auflösung der allgemeinen Gleichungen III. und IV. Grades, sowie beliebiger Gleichungen durch Annäherung, 2. — **Kraft**: Allgemeine Elastizitätstheorie, 4. — **Lacombe**: Géométrie descriptive, 2 und 4, Exercices, 4, Répétition, 1; Géométrie de position, 2; Mathematisches Seminar, 2. — **Rebstein**: Katastervermessung, 3, Übungen, 2; Kartenprojektionen, 1; Anwendung der geodätischen Linie auf Geodäsie, 2. — **Rudio**: Höhere Mathematik, 5, Übungen, 2. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Theorie der Finsternisse und verwandten Erscheinungen, 2. —

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.